Versuch

über

die Zusammensetzung der Maschinen

von

Lanz und Betancourt.

Aus dem Französischen

nach der zweiten Auflage übersetzt

von

Wilhelm Kreyher,

Königl. Preuß. Regierungs-Conducteur.

Berlin, bei August Rücker.

1829.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Im ersten Theile der Vorlesungen über Maschinenlehre, welche Herr Doctor Dietlein auf der hiesigen Königl. Bau-Akademie hält, wird *Lanz* et *Bétancourt* Essai sur la composition des machines zu Grunde gelegt. Da nun das Zeichnen der dazu gehörigen Figuren, deren Erklärung in der Vorlesung gegeben wird, sehr zeitraubend, das in Rede stehende Werk aber theuer ist, so entschlossen sich die Zuhörer, sämmtliche Tafeln ohne alle Abänderung lithographiren zu lassen, obschon im Text eine andere Folge, als sie auf diesen beobachtet worden ist; wahrscheinlich weil solche ursprünglich zur ersten Auflage des Originals bestimmt waren, bei der zweiten Auflage aber, um sie auch für diese benutzen zu können, Zusätze erhalten haben.

Späterhin entschloß ich mich — da Herr Doctor Dietlein mir gewogentlich für zweifelhafte Fälle seine Hilfe zusagte — zur Uebersetzung des Textes, und ich habe mich bemüht, solchen überall treu wiederzugeben; in den wenigen Fällen, in welchen ich mir eine Abweichung erlaubt habe, ist solches in einer Anmerkung bemerkt worden.

Berlin, am 8. Mai 1829.

W. Kreyher.

Einleitung.

Die Bewegungen, welche in Maschinen vorkommen, finden entweder nach einer geraden Linie oder nach einer Kreislinie, oder nach irgend einer anderen gegebenen krummen Linie Statt; sie können fortgehend oder wiederkehrend (hin und her) sein, und man kann sie folglich zu je zwei und zwei auf funfzehn verschiedene Arten mit einander verbinden, oder auf ein und zwanzig verschiedene Arten, wenn man jede der gedachten Bewegungen noch mit einer ihr gleichnamigen verbindet. Der Zweck einer jeden Maschine besteht nun darin, eine oder mehrere dieser ein und zwanzig Bewegungen in eine andere zu verwandeln, oder sie fortzupflanzen.

Wir haben auf der Uebersichtstafel ein und zwanzig wagerechte Reihen gebildet, und in diese alle die Beispiele der gedachten Arten von Bewegungen getragen, welche wir uns verschaffen konnten. Die senkrechten Spalten sind durch Buchstaben bezeichnet, die wagerechten Reihen durch Zahlen, und der Durchschnittspunkt zweier solcher Abtheilungen ist durch einen Buchstaben und durch eine daneben gesetzte Ziffer bestimmt, wodurch es leicht wird, ein bestimmtes Feld aufzufinden. Einige Felder sind leer gelassen worden und für die Bewegungen aufgespart, welche uns entweder entfallen, oder gar nicht bekannt sind, mithin also auch für diejenigen, welche nach dem Erscheinen dieses Werkes noch erfunden werden, das als eine allgemeine Sammlung solcher Stücke anzusehen ist, aus denen sich Maschinen zusammensetzen lassen, und das ohne Zweifel Gelehrte und Künstler aller Länder durch ihre Entdeckungen bereichern werden.

Um dieser Tafel eine bequemere Gestalt zu geben, und um den unangenehmen Eindruck, den eine zu große Anzahl leerer Stellen hervorbringen würde, zu vermeiden, sind zuweilen zwei wagerechte Reihen unter eine Nummer gebracht, in welchem Falle dann die Ziffer mit einem Striche, welcher die zweite Reihe andeutet, bezeichnet ist. Konnten wir die unmittelbare Verwandlung einer Bewegung in eine andere nirgends finden, so haben wir in die wagerechte Reihe anstatt der kleinen Quadrate eine Zeile hineingeschrieben, welche die in der Tafel vorkommenden Hülfsverbindungen, durch die die Aufgabe sich auflösen läßt, angiebt.

Um unnütze Wiederholungen zu vermeiden, haben wir einige Male das erste Feld der wagerechten Reihe einer ganz kurzen Angabe der Bewegungen gewidmet, welche anderswo in der Tafel verzeichnet sind, die aber ebenfalls noch in derselben Reihe stehen könnten, entweder geradezu so, wie sie sind, oder nachdem sie mit Hülfe einer anderen Bewegung eine Veränderung erhalten haben.

Eine jede wagerechte Reihe ist der Gegenstand eines der folgenden, und zwar des mit derselben Nummer bezeichneten Paragraphen; in jedem derselben wird zuvörderst der zu erreichende Zweck angegeben, darauf folgt die allgemeine Auflösung der Aufgaben, welche der zu bewirkenden Veränderung entsprechen, dann werden die besonderen Fälle, oder die verschiedenen Arten der Ausführung, so weit sie uns bekannt sind, entwickelt, wobei zugleich die Quellen angegeben sind, aus denen sie entnommen; und endlich sollen noch einige Betrachtungen über die Zweckmäßigkeit dieser Mittel und über die verschiedenen Maschinen, in denen sie angewendet worden sind, beigefügt werden.

Die Figuren der Uebersichtstafel sind auf den folgenden Tafeln nochmals nach einem größeren Maßstabe wiedergegeben worden, jede ist mit denselben Zeichen, durch welche ihre Stellung in der Uebersichtstafel bestimmt wird, und außerdem mit den zum Verständniß des Textes nöthigen Buchstaben versehen. Aus demselben Grunde haben wir uns genöthigt gesehen, noch andere Figuren beizufügen, die wir Hülfsfiguren nennen, und die nicht von der Art sind, daß sie in der Uebersichtstafel hätten aufgenommen werden können. Man findet sie auf Tafel XII.

---

§. 1.

Die geradlinige fortgehende Bewegung mit gleichförmiger oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit soll in eine geradlinige fortgehende Bewegung verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die wie die vorige entweder beständig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist, die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

Die einzigen bewegenden Kräfte, deren mechanische Wirkung so angesehen werden kann, als fände sie nach einer geraden Linie, und fortwährend Statt, sind: Die Luft (entweder vermöge ihrer Bewegung, vermöge ihres Gewichtes, ihrer Elasticität, oder durch ihre plötzliche Ausdehnung); das Wasser, sowohl vermöge seiner Bewegung, seines Gewichtes, seiner Rückwirkung, wie in den Segner'schen Maschinen, mit welchen Euler in den Abhandlungen der Berliner Akademie auf die Jahre 1750, 1751 und 1754 sich beschäftigt hat; als auch wegen der ausdehnenden Gewalt der daraus erzeugten Dämpfe); und das Schießpulver, entweder durch Explosion oder durch Rückwirkung, wie in den Raketen.

Eine Schnur ohne Ende, welche sich um zwei feste Rollen windet, giebt ebenfalls den Begriff der geradlinigen Bewegung, die eigentlich nichts anderes ist, als die fortgehende Bewegung nach einer Kreislinie, deren Halbmesser unendlich groß ist. Die geradlinige Bewegung eines Körpers von einem Punkte nach einem andern, sie möge durch den eigenen Willen des gedachten Körpers oder durch die Wirkung irgend einer bewegenden Kraft hervorgebracht werden, ist ein besonderer Fall der Art von Bewegung, welche wir geradlinige fortlaufende genannt haben, und zu der die Seilmaschinen, die Rollenzüge und die Flaschenzüge gehören.

Die Bewegungen (B. 1.) und (C. 1.) (Tafel I.) stellen die am meisten gebräuchlichen Auflösungen der Aufgaben dieser Art dar; (D. 1.), (E. 1.), (F. 1.), (G. 1.), (H. 1.) und (K. 1.) dagegen stellen die Bewegungen einer Linie dar, deren Lage immer mit ihrer anfänglichen parallel bleibt.

(A. 1.) Uebersichtstafel.

Verwandelt man die geradlinige Bewegung durch die in §. 3. angegebenen Mittel in eine kreisförmige, so findet man in demselben Paragraphen einige Auflösungen der Aufgabe.

(B. 1.) (B. 1. bis.) (Grund- und Aufriß.) Tafel I.

Erste Aufgabe. Der Punkt a soll mit einer gewissen Geschwindigkeit in gerader Linie den Weg ab durchlaufen, während der Punkt c den Weg cd mit derselben Geschwindigkeit durchläuft, und umgekehrt.

Es läßt sich diese Aufgabe auf eine allgemeine Weise vermittelst einer festen Rolle e (fig. B. 1.), oder zweier, wenn die beiden Punkte sich in verschiedenen Ebenen bewegen müssen (fig. B. 1. bis.), auflösen.

(C. 1.)

Zweite Aufgabe. Es ist dies eigentlich dieselbe Aufgabe, wie die vorige, nur ist die Bedingung hinzugefügt, daß der Punkt c nur die Hälfte, ein Drittheil u. s. w. des Weges zurücklegt, welchen der Punkt a in derselben Zeit macht.

Es ist bekannt, daß man durch Flaschenzüge leicht eine allgemeine Auflösung dieser Aufgabe erhält und daß man sich gewöhnlich derselben als Mittel bedient, um große Massen fortzubewegen. Die Flaschenzüge sind aber zu bekannt, als daß wir bei ihnen länger verweilen sollten. Der Beachtung eines Mechanikers würdige Beispiele findet man in den Machines approuvées par l'Académie, in dem Werke von Sabaglia und in allen denen, welche vom Mastwerke der Schiffe handeln.

(D. 1.)

Aufgabe. Eine Linie mit sich selbst parallel zu bewegen.

Diese Bewegung ist sehr bekannt. Fast in allen Reißzeugen findet man ein ähnliches Instrument zum Ziehen paralleler Linien [1]).

(E. 1.)

In einigen Reißzeugen findet man auch dies Instrument, welches bequemer als das vorhergehende ist. Ramsden wandte diese Bewegung auf die der Alhidade des Meßtisches an [2]).

---

1) Man sehe Leupold's Theatrum arithmeticum et geometricum. 1727. Tafel 12. fig. 4.
2) Man sehe dasselbe Werk von Leupold. Tafel 12. fig. 6.

(F. 1.)

Dieselbe Aufgabe. Die so eben angegebenen Auflösungen der Aufgabe gewähren entweder keine große Genauigkeit, oder lassen sich nur im Kleinen anwenden. Gleichwohl müssen in den Spinnmaschinen (Mull-Jennys) die Wagen, welche die Spulen tragen und deren Länge sechs bis neun Meter beträgt, einen Raum von dreizehn Decimetern durchlaufen, während sie stets mit ihrer anfänglichen Lage die genaueste Parallelität beobachten müssen. Nachdem man die kostspieligsten und verwickeltsten Mittel erschöpft hatte, lösten die Engländer endlich diese Aufgabe auf eine sehr einfache Weise und mit einer Genauigkeit auf, die alles, was man erwarten konnte, übertrifft. **B** sei der mit vier Rädern **a**, **a**, **a**, **a**, versehene Wagen; auf diesem Wagen ist ein System von Spulen gestellt, die von der Maschine in drehende Bewegung gesetzt werden (durch das unter G. 8. angegebene Mittel). Es sei **d** der Punkt, auf welchen die Kraft wirkt, die den Wagen **B** in Bewegung setzen soll, der die genaueste Parallelität beobachten muß, was die Länge des Wagens unmöglich zu machen scheint, was aber dennoch vermittelst der beiden Seile **nmpq** und **rstu** vollkommen erreicht wird. Die Enden **n** und **q** des ersteren sind an zwei festen Punkten befestigt und laufen über zwei Rollen **sm** und **pt**. Eben so sind die beiden Enden **r** und **u** des zweiten Seiles an zwei anderen festen Punkten **r** und **u** befestigt und gehen über zwei Rollen, die mit den vorigen einerlei Drehachsen haben. Die Punkte **uq** und **nr** müssen so liegen, daß die Linien **uq** und **nr** vollkommen parallel sind, und die Seile müssen gleich stark angespannt werden; der Wagen **B** muß dann beim Anfange seiner Bewegung normal auf den Linien **uq** und **nr** stehen.

In der Ausführung genügt man allen diesen Bedingungen sehr leicht; und das Ergebniß ist, wie gesagt, so vollkommen, als sich nur erwarten läßt.

(G. 1.)

Dieselbe Aufgabe wird durch die Bewegung einer Schiene **ab** aufgelöst, die auf zwei gereiften Rollen **c** und **d**, welche nahe an den Enden jener angebracht sind, liegt. Die Rollen müssen von gleichem Durchmesser und ihre Ebenen vollkommen parallel sein. Es ist hier allein die Reibung, welche der Schiene die Parallelität erhält. Wenn man aber diese Einrichtung in solchen Fällen anwenden will, wo die Kraft, welche den Wagen forttreibt, groß sein muß, z. B. in denen, wo Kanonen gebohrt werden sollen, so müssen die Rollen gezahnt sein und in gezahnte eiserne Stangen greifen, die auf starken Holzstücken befestigt sind. Man bringt auch mitunter in der Mitte der gedachten Schiene ein Zifferblatt an, welches dazu dient, den Gang derselben vermittelst eines Zeigers anzugeben; und in diesem Falle kann man parallele Linien ziehen, deren Entfernungen von einander in einem gegebenen Verhältnisse stehen.

(H. 1.)

A sei ein Keil, der seiner Länge nach zwischen vier Ständern cd, ef, gleiten kann, während ein anderer Keil B durch Stifte, oder besser, um die Reibung zu vermeiden, durch an demselben Keile befestigte, die Ständer berührende Rollen k, g, h, i, gehalten wird. Es ist klar, daß, wenn man den Keil A von f gegen d treibt, die Seite nm des Keiles B, ihre Parallelität bewahrend, in die Höhe steigen wird.

Obgleich man die Anwendung dieser Bewegung nur in einigen Maschinen sieht, besonders an dem Pedale des Fortepianos mit dem Dämpfer, so glauben wir dennoch, daß sie einer noch allgemeineren Anwendung fähig sei. Bétancourt wandte sie in England in einem Falle mit sehr glücklichem Erfolge an, um die untere Walze eines großen Walzwerkes zu erheben, und er ist überzeugt, daß man durch dies Mittel eine gerade Linie in so viele Theile, wie man will, theilen könne, und mit derselben Genauigkeit, wie man vermittelst der Theilscheibe den Kreis theilen kann.

Angenommen, daß die Kraft immer in der Richtung fd, also in der Länge ab des Keiles A thätig wirke, daß eine Schiene lp normal auf der geneigten Ebene cb angebracht sei, daß das äußerste Ende l der gedachten Schiene mit einer Frictionsrolle versehen sei und auf der geneigten Ebene ruhe und daß die Schiene in zwei kleinen Scheiden oder zwischen zwei Stiften o und q gleite; so ist es klar, daß man, da die Neigung der Ebene beliebig ist, die geradlinige fortgehende Bewegung in eine andere geradlinige fortgehende verwandeln kann, die mit der ersteren einen gegebenen Winkel bildet. Die Geschwindigkeit der ersteren wird sich dann zu der der zweiten wie der Halbmesser zu Sin. cba verhalten. Wenn der Winkel cba = o wird, so bleibt die Schiene lp unbeweglich, und dies muß geschehen, wenn man die geradlinige Bewegung in eine andere ebenfalls geradlinige, deren Richtung aber auf ihr normal ist, verwandeln will. Man erhält dieses Resultat mit Hülfe eines zweiten Keiles B, wie wir so eben gesehen haben; und wenn man den dritten Keil C, der mit dem zweiten gewisser Maßen einen Körper bildet, hinzufügt, so kann man nach Willkühr sowohl die Richtung der Bewegung als auch den Grad der Geschwindigkeit verändern.

Die Linie cb kann eine willkührliche Krümmung haben, in welchem Falle die geradlinige fortgehende Bewegung in eine geradlinige wiederkehrende verwandelt wird. Diese Verwandlungsart der Bewegung in Maschinen gehört jedoch zu §. 2.

(I. 1.)

Der Stoßheber von Montgolfier. Man findet die Beschreibung dieser Maschine in dem Journal de l'Ecole polytechnique, Heft XIV.; in dem Journal des Mines, No. 48, 64 und 66; in dem Repertory of Arts etc., Band IX.; in dem Journal de Physique vom

Februar 1798 und in No. 19 des Bulletin de la Société d'encouragement. Außerdem kann man in No. 61 desselben Bulletin, Jahrgang 8., Juli 1809, einen Aufsatz über einige Verbesserungen des Stoßhebers nachsehen [1]).

Der Strom eines fließenden oder herabfallenden Wassers, den wir als eine bewegende Kraft, die in einer bestimmten und geradlinigen Richtung wirkt, betrachtet haben, erzeugt in einem Ventile eine wiederkehrende Bewegung; und dies, mit einem Windkessel verbunden, erzeugt ein fortwährendes Ausströmen des Wassers, welches als eine fortgehende geradlinige Bewegung angesehen werden kann.

(K. 1.)

Es ist dies noch eins von den Mitteln, deren man sich bedient, um eine gerade Linie parallel mit sich selbst fortzubewegen. Man sehe das schon angeführte Werk von Leupold, Tafel 12. fig. 5. In Reißzeugen findet man es sehr häufig, um damit parallele Linien zu ziehen.

(L. 1.)

AB ist eine der Länge nach von n bis m aufgeschlitzte Schiene; ein kleiner fester cylindrischer Stift c greift in diesen Schlitz ein, ohne durch ihn hindurch zu gehen. CD ist eine Schiene, welche unter den beiden kleinen Stegen p und q frei gleiten kann. Sie ist mit einem auf ihrer Richtung normalen Arme EF versehen; und in einem von der Schiene CD mehr oder weniger entfernten Punkte dieses Armes ist ein anderer auf der Ebene, in der sich CD bewegt, normaler cylinderischer Stift angebracht, der ebenfalls in den Schlitz nm der Schiene AB, aber auf der dem Stifte c entgegengesetzten Seite greift, und zwar nur so weit, daß beide Stifte, wenn die Schienen in Bewegung sind, nicht auf einander treffen.

Wenn man nun die Schiene AB auf eine solche Art bewegt, daß der darin befindliche Punkt A parallel mit der Schiene CD die gerade Linie AG durchläuft, so durchläuft der Punkt a in derselben Zeit die gerade Linie ab.

Auf diese Weise kann man durch fortgehende oder wiederkehrende geradlinige Bewegung des Punktes A der Schiene CD eine Bewegung von derselben Art und eine Geschwindigkeit, die in jedem beliebigen Verhältnisse zu der des Punktes A stehen kann, mittheilen, wobei die Richtung der Bewegung derselben sogar der des Punktes A entgegengesetzt sein kann, wenn man den Stift a in dem Arme EF an einer angemessenen Stelle anbringt.

---

1) Eine genaue Beschreibung der Einrichtung und Wirkung dieser Maschine findet man ebenfalls in dem 1805 zu Berlin erschienenen Werke: Bemerkungen über die Wirkung und vortheilhafte Anwendung des Stoßhebers (belier hydraulique), von Eytelwein. A. d. Ueb.

§. 2.

Die geradlinige fortgehende Bewegung mit gleichförmiger oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlicher Geschwindigkeit soll in eine geradlinige wiederkehrende Bewegung verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die wie die vorige entweder beständig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist, die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

Verwandelt man die geradlinige Bewegung durch die in §. 3. angegebenen Mittel in kreisförmige, so gehören alle in §. 7. gegebenen Auflösungen hierher.

Wenn man das Herabfallen eines Gewässers als eine geradlinige fortgehende Bewegung betrachtet und unterhalb ein Gefäß anbringt, welches das Wasser in sich aufnimmt, und das sich hernach vermittelst eines Hebers wieder ausleert, so wird ein in dem Gefäße enthaltener Schwimmer wechselsweise steigen und sinken. Diese Art von bewegender Kraft findet man in dem Werke unter dem Titel: **Utilissimo trattato dell' Aque correnti etc., dal Cavalier Carlo-Fontana. In Roma. M.DC.XCVI.**

Bossu und Solage wendeten diese Art von bewegender Kraft an dem Modelle einer Getreidemühle an, die sich in der Modellkammer (conservatoire des machines) befindet; allein statt eines Hebers benutzten sie die Bewegung des Schwimmerstieles, um die Ventile, durch welche das Wasser in das Gefäß tritt und darauf wieder abfließt, zu öffnen und zu schließen. Wir können uns die Ursachen nicht erklären, welche diese ausgezeichneten Mechaniker dazu bestimmt haben, die geradlinige wiederkehrende Bewegung des Schwimmerstieles in kreisförmige wiederkehrende und diese wieder in kreisförmige fortgehende zu verwandeln, und nicht lieber ein unnützes Zwischenmittel wegzulassen, wodurch von der Wirkung der Kraft mehr als die Hälfte verloren geht [1]).

Die Dampfmaschinen, in denen die Wasserdämpfe als eine stets in einer geradlinigen Richtung wirkende Kraft angesehen werden können, welche die wiederkehrende Bewegung der Kol-

---

1) Man bedient sich eines Schwimmers, um den Wasserspiegel sowohl in den Kesseln der Dampfmaschinen als in Wasserbehältern zwischen bestimmten Grenzen zu erhalten. In Prony's Architectura hydraulica (übersetzt von Langsdorf), Band II. (§. 1394) findet man die Beschreibung eines Mittels zur Regulirung der Geschwindigkeit einer Dampfmaschine, welches von Bétancourt erfunden und in der Anwendung eines mit einem Heber versehenen Schwimmers besteht.

In Le Normand's l'Art du distillateur des eaux-de-vie et des esprits findet man die Beschreibung des von Solimani angegebenen Regulators, der dazu bestimmt ist, vermittelst eines als Schwimmer dienenden Aerometers das in einem Behälter befindliche Wasser bei einem bestimmten Wärmegrade zu erhalten und der, nach unserer Meinung, in vielen anderen Fällen angewendet werden kann.

benstange erzeugt; die Wassersäulenmaschine, die man in einigen Bergwerken Ungarns findet und in denen eine Wassersäule auf dieselbe Art, wie die Dämpfe in den Dampfmaschinen, wirkt; diejenigen, in denen man sich der plötzlichen Ausdehnung der Luft, welche durch Verbrennung von Stoffen erzeugt wird, als bewegender Kraft bedient; alle diese Maschinen gehören, obgleich nur indirect, hierher. Da aber diese Umformung der geradlinigen fortgehenden Bewegung der bewegenden Kraft in die geradlinige wiederkehrende der Kolbenstange mehr oder minder zusammengesetzte Hülfsmittel erfordert, so ist hierbei mehr von wirklichen Maschinen, als von einfacher Verwandlung einer Art von Bewegung in eine andere die Rede; weshalb wir nur für nöthig hielten, ihrer hier zu erwähnen.

Die wiederkehrende Bewegung, welche in allen Körpern, deren Wärmegrad abwechselt, vorzüglich aber in den Metallen Statt findet, kann als eine der stärksten bewegenden Kräfte angesehen werden; sie ist oft den Absichten des Künstlers hinderlich, nimmt seine Geduld in Anspruch und stellt seinen Scharfsinn auf die Probe; man hat jedoch Mittel gefunden, sich nöthigenfalls vor ihren schädlichen Wirkungen zu schützen und sogar sie unter gewissen Umständen mit Erfolg zu benutzen. Dahin gehören die verschiedenen Mittel, deren man sich bedient, um die Wirkung der gedachten bewegenden Kraft in den Zeitmessern gegen einander aufzuheben [1]), und die Metallstäbe Borda's [2]), vermittelst deren man gegenwärtig die Grundlinien zu trigonometrischen Aufnahmen mit fast unbegreiflicher Genauigkeit messen kann. Unter den auf die Eigenschaft der Körper gegründeten Thermometern verdient das von Breguet eine ausgezeichnete Stelle. Außerdem benutzt man diese wiederkehrende Bewegung auch noch bei Verankerung der Oefen [3]) und Molard machte von derselben eine sehr treffliche Anwendung, um zwei Mauern in einer der Gallerien der Modellkammer wieder in lothrechte Stellung zu bringen [4]).

(A. 2. [5]) Maschine mit auf- und absteigender Wassersäule vom Marquis Mannoury d'Ectot.

Diese Maschine besteht bloß aus zwei cylindrischen Röhren **A** und **B**, deren Achsen in eine lothrechte Linie fallen. Beide Röhren sind so weit von einander entfernt, daß die hernach an-

1) Man findet dieselbe in jedem Werke über Uhrmacherkunst.

2) Delambre, Base du systéme métrique.

3) Bulletin de la société d'encouragement No. 48, juin 1808.

4) Borgnis, Traité du mouvement des fardeaux.

5) Diese in jeder Hinsicht wichtige Maschine gehört in den gegenwärtigen Paragraphen, da die Ueberfichtstafel für denselben jedoch nur eine schmale wagerechte Reihe enthält, so war es nicht möglich, sie in derselben zu verzeichnen.

gegebene Bedingung erfüllt wird. Das obere Ende der Röhre **A** ist durch eine Platte verschlossen, in der eine runde Oeffnung **dd** gelassen ist, welche auf die der Röhre **B** trifft, und **C** ist eine runde Platte, deren Durchmesser kleiner, als der der Oeffnung **dd** ist, und zwar etwas unterhalb der letzteren angebracht. Wir wollen nun das Spiel der Maschine nach dem, was uns von ihrem Erfinder darüber mitgetheilt worden, beschreiben.

Das in einem Behälter befindliche Wasser fließt durch die Röhre **A** und strömt durch die zwischen der Platte **C** und dem Rande der runden Oeffnung **dd** bleibende ringförmige Oeffnung mit einer Geschwindigkeit aus, die durch den Druck einer Wassersäule von unveränderlicher Höhe, welche **h** heißen mag, hervorgebracht wird. Die ringförmige Gestalt der Oeffnung, durch welche das Wasser ausströmen muß, vergrößert die gewöhnliche Wirkung der Zusammenziehung des Strahles und veranlaßt die Bildung eines Kegels, dessen Spitze bis zu einer gewissen Höhe in der Röhre **B** emporsteigen muß, wodurch die Entfernung der beiden Röhren **A** und **B** von einander bestimmt wird. Ueber der Platte wird sich ein kleiner Kegel **f** von stillstehendem Wasser bilden. Das Wasser springt in die Röhre **B** und steigt bis zu einer Höhe $= \frac{1}{2}$ **h**, wenn die Röhre cylindrisch ist; ist dieselbe aber kegelförmig, so erhebt es sich bis zu einer viel größeren Höhe, welche nach der Gestalt des Kegels veränderlich ist. Hat der Strahl seine größte Höhe erreicht, so fällt das Wasser wieder zurück, vermischt sich mit dem Kegel von stillstehendem Wasser, treibt den Strahl aus einander und nöthigt das Wasser, in einem paraboloidischen Mantel durch den zwischen beiden Röhren gelassenen Raum nach außen abzufließen, bis die Röhre **B** ganz leer ist. Der springende Strahl stellt sich darauf wieder her, die Zusammenziehung erfolgt von neuem, die frühere Wirkung tritt wieder ein und die wiederkehrende Bewegung findet in, unter sich ganz gleichen, Zeiträumen Statt. Ohne die Platte **C** leistet die Maschine nicht die geringste Wirkung.

Der Marquis von Mannoury hofft, diese geradlinige wiederkehrende Bewegung des Wassers dahin zu bringen, daß sie mit Erfolg als bewegende Kraft angewendet werden könne und daß diese Maschine selbst vor einem großen Theile derjenigen Vorzüge habe, deren man sich gewöhnlich zur Erhebung des Wassers bedient. Dieser geschickte Mechaniker wird bald ein Werk erscheinen lassen, in welchem er alle von ihm erfundene treffliche Maschinen beschreiben will.

Carnot sagt in seinem am **28.** December **1812** über verschiedene vom Hrn. Mannoury vorgelegte hydraulische Maschinen dem Institute erstatteten Berichte: „Die allgemeine Aufgabe, deren Auflösung Hr. Mannoury zu finden sich vorgenommen hat, ist folgende: Von einer gegebenen, von einer gewissen Höhe herabfallenden Wassermenge einen Theil bis über den Spiegel im Behälter zu erheben, und zwar vermittelst einer Maschine, deren Theile sämmtlich unbeweglich sind und in der daher

weder Wagbäume, noch Räder, noch Kolben oder Ventile, oder irgend andere bewegliche Theile vorkommen."

Er macht darauf aufmerksam, daß dieser Gedanke vollkommen neu sei, berichtet über die vorzüglichsten Mittel, die von dem Erfinder mit dem größten Erfolge zur Lösung der Aufgabe angewendet worden, und sagt in Bezug auf die auf- und absteigende Wassersäule: „Dies ist von den drei erwähnten vorzüglichsten Mitteln auch zugleich dasjenige, welches uns das neueste zu sein schien, weil wir nichts kannten, was auf die eigentliche Idee dazu hätte führen können." Er erklärt dann die Erscheinung der Bewegung des Wassers in dieser Maschine durch das Princip der lebenden Kräfte und schließt seinen Bericht mit dem Lobe, welches dem Scharfsinne und den Kenntnissen des Verfassers gebührt.

§. 3.

Die geradlinige fortgehende Bewegung mit gleichförmigen oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit soll in eine kreisförmige fortgehende Bewegung verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die entweder, wie die vorige, beständig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist; die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

Das Segnersche Wasserrad löst geradezu diese Aufgabe; und die Centrifugal-Maschine von Mour, deren Euler in den Heften der berliner Akademie auf das Jahr 1751 gedenkt, giebt ebenfalls eine Auflösung der angeführten Aufgabe. Beide gehören deshalb in diesen Paragraphen.

(A. 3.)

Ein sich um seine Achse drehender Cylinder und ein Seil, welches um dessen Oberfläche gewickelt ist, geben die allgemeine Auflösung dieser und der umgekehrten Aufgabe. Dieses Mittel ist jedoch zu bekannt, als daß es noch nöthig wäre, darüber Einzelnheiten mitzutheilen.

(B. 3.)

Anstatt des Seils, dessen man sich in der vorhergehenden Aufgabe bediente, ist hier eine mit Zähnen versehene Kette angewendet, in welche ein mit dem Cylinder fest verbundenes Rad greift.

(C. 3.) Schraube mit Mutter.

Wenn die Mutter fest ist und die Spindel sich dreht, so wird letztere eine zugleich drehende und fortgehende geradlinige Bewegung erhalten, weshalb man sich ihrer bedient, um durch feste

2*

Körper zu bringen, solche mit einander zu verbinden und sehr schwere Lasten aufzuheben, so wie auch bei einigen Uhrmacherwerkzeugen, z. B. bei den Senkkolben. Man bringt die Achse des Senkkolbens in eine solche Lage, daß ihre beiden Enden entweder unmittelbar von zwei Schraubenspindeln getragen werden, deren Muttern in die Docken der Drehbank geschnitten sind, wodurch es möglich wird, dem Senkkolben die geradlinige Bewegung, deren man oft bedarf, mitzutheilen, wenn die beiden Schraubenspindeln zugleich nach entgegengesetzten Seiten umgedreht werden; oder was noch besser ist, daß die gedachten beiden Enden von zwei stählernen, durch die Docken gehenden Cylindern getragen und die beiden Schraubenspindeln, deren Muttern ebenfalls in dieselben Docken geschnitten sind, daneben angebracht werden. In diesem Falle müssen die Köpfe der Schraubenspindeln so stark sein, daß sie noch die Enden der beiden Cylinder, welche die Achse des Senkkolbens halten, fassen können. Dreht man dann die Spindeln nach entgegengesetzten Seiten, so wirken sie auf die Cylinder und theilen dem Senkkolben eine fortgehende Bewegung mit, welche sanfter, als die ist, die man im vorhergehenden Falle erlangt.

Wenn die Spindel sich dreht, ohne ihren Ort verändern zu können, so darf die Mutter sich nicht drehen, muß sich jedoch in der Richtung der Spindel fortbewegen können und in diesem Falle sind beide Bewegungen, die kreisförmige und die geradlinige, vertheilt. Die Aufgabe ist dadurch geradezu aufgelöst, weil die kreisförmige Bewegung in geradlinige verwandelt worden ist. Die geradlinige Bewegung der Mutter würde zwar auch eine drehende Bewegung in der Spindel erzeugen, und somit hierdurch die umgekehrte Aufgabe auflösen, allein der großen dabei entstehenden Reibung wegen wendet man dies Mittel nur sehr selten an.

Oft ist es nöthig, die Spindel in ihrer Mutter so festzuhalten, daß beide ihre Lage gegen einander nicht ändern können, und zwar so, daß dies eben so wenig durch Unachtsamkeit oder durch irgend einen andern Zufall, als durch die Bewegungen und Erschütterungen möglich sei, welche der Spindel oder der Mutter von der Maschine, in der sie angebracht sind, mitgetheilt werden können. Vermittelst einer andern Mutter, welche man gegen die, die man festhalten will, drücken läßt, erlangt man dies sehr leicht. Da die zweite Mutter ein Bestreben hat, die erste in der Richtung der Spindel fortzutreiben, und in diesem Falle die Reibung, wie schon bemerkt, sehr groß ist, auch die Wirkung, welche sie ausübt, nicht stark genug ist, um diesen Widerstand zu überwinden, weil die Rückwirkung der Mutter, welche man drückt, auf die fällt, deren man sich bedient und der Widerstand in demselben Verhältnisse zunimmt; so können beide Muttern ihre Stellen nicht verändern.

Die Schraube ist eine der im Leben am häufigsten angewendeten Maschinen und wird fast bei jedem Handwerke gebraucht; indessen kommt sie in verschiedener Gestalt vor, je nachdem der Stoff, aus dem sie gefertigt ist, oder der Zweck, den man vermittelst derselben erreichen will, es verlangt.

Man bedient sich oft eines aus zwei mit einander parallelen Schrauben bestehenden Systems, um eine lange Platte parallel mit sich selbst in geradlinige Bewegung zu setzen; und hierauf beruht die Einrichtung mehrerer Pressen.

Im **IV.** Bande der **Machines approuvées par l'Académie** findet man die von Jacob le Maire vorgeschlagene Art, die Schrauben anzuwenden. Er gebraucht sie bei einer Presse, und der Redacteur sagt: „Diese Art der Anwendung der Schrauben ist sehr sinnreich; sie kann bei unendlich vielen Gelegenheiten von Nutzen sein und die größten Wirkungen hervorbringen. Der Chevalier de Ville machte diese Erfindung; er bediente sich dieser Maschine, um Gitter fortzuschaffen, und zeigt die Art ihrer Anwendung in seinem **Traité de fortifications, de l'attaque et de la défense des places**, Seite **228**, Tafel **37**, gedruckt in Lyon im Jahre **1629**. Sie ist noch in andern Werken angeführt worden."

Wenn man auf demselben Cylinder zwei Schraubengewinde anbringt, deren Richtungen einander entgegengesetzt sind, so kann man dadurch zwei Muttern zugleich in eine geradlinige Bewegung nach entgegengesetzten Seiten bringen.

(D. 3.)

De Prony hat ein Mittel erfunden, eine kreisförmige Bewegung in eine geradlinige zu verwandeln, deren Geschwindigkeit beliebig gering sein kann. Dies geschieht vermittelst einer Schraube, die eine solche Einrichtung hat, daß dabei der Uebelstand wegfällt, der mit einer zu geringen Höhe der Schraubengänge verbunden ist und zur Ungenauigkeit und kurzen Dauer der gewöhnlichen Mikrometer beiträgt. Der zum Grunde liegende Gedanke ist außerordentlich einfach und glücklich, und die Vorrichtung kann in mehreren Fällen angewendet werden.

AB ist eine in drei Theile **ab**, **cd**, **ef** getheilte Welle; in den beiden Schraubengewinden **ab** und **ef** haben die Gänge gleiche Höhe und die Gewinde gehen durch zwei feste Ständer **C** und **D**, in deren jedem sich eine Mutter befindet. Die gedachte Welle bewegt sich in horizontaler Richtung und durchläuft während jeder Umdrehung einen Raum, der der Höhe eines Schraubenganges gleich ist; **cd** bildet ein anderes Schraubengewinde, in dem die Höhe jedes Ganges kleiner oder größer, als die der Schrauben **ab** und **ef** ist, und zwar um so wenig größer oder kleiner, als man nur will. Auf dieses Schraubengewinde **cd** bringt man eine Mutter **M**, an welcher der Zeiger des Mikrometers befestigt ist; diese Mutter kann sich nicht zugleich mit der Spindel umdrehen, weil dies durch einen in der Schwelle **EF** befindlichen Schlitz verhindert wird, aber sie durchläuft während jeder Umdrehung der Welle einen Raum, der der Höhe ihres Schraubenganges gleich ist. Sie nimmt also an beiden, einander entgegengesetzten Bewegungen Theil, deren eine die absolute Fortbewegung der Welle und deren andere die relative in Hinsicht auf dieselbe Welle ist, so daß sie nur einen Weg durchläuft, der dem

Unterschiede beider Bewegungen gleich ist. Es sei a die Höhe eines Ganges der Schrauben ab und ef, a′ die eines Ganges der Schraube cd, so wird nach n Umdrehungen der Welle die Mutter M einen Raum durchlaufen haben, der gleich $na - na' = n(a - a')$ ist; $a - a'$ kann jedoch so klein angenommen werden, als man will, während a und a′ so groß sind, als die Umstände es erfordern, d. h. so groß, daß die Schraubengewinde gehörig stark sind. Auf diese eben so einfache als sinnreiche Art hat Prony die in Rede stehende Aufgabe gelöst.

Bei der Ausführung ist es schwer, zwei Schrauben ab und ef so gleich zu schneiden, daß man in den Muttern nicht einigen Widerstand finden sollte; man kann daher die eine derselben fortlassen und statt ihrer einen einfachen Hals anbringen.

(E. 3.)

Vermittelst eines um einen Cylinder gelegten Schraubengewindes, welches einem Luft- oder Wasserstrome entgegengekehrt ist, verwandelt man die geradlinige Bewegung dieser Flüssigkeiten in eine kreisförmige, und die archimedische Schnecke kann als die Auflösung der umgekehrten Aufgabe angesehen werden [1]).

Das Verfahren, dessen man sich, um diese fragliche Schraubenlinie zu verzeichnen, bedient, ist in der „Collection des Machines approuvées par l'Académie des sciences de Paris," Band VII. No. 479 beschrieben, wo Dubost diese Vorrichtung für eine an der Rhone zu erbauende Mühle vorschlägt. Du Quet (Band V. No. 338) schlägt sie für eine andere Maschine vor, vermittelst welcher Schiffe stromaufwärts gezogen werden sollen. Man bedient sich einer eben solchen Vorrichtung auch noch zur Umdrehung der Bratenwender, indem man den im Schornstein befindlichen Luftzug benutzt; und wendet sie auch noch bei andern Maschinen an, die man anstatt des Logs gebrauchen will, um den vom Schiffe zurückgelegten Weg zu messen [2]).

(F. 3.)

Ein unterschlächtiges Rad mit Schaufeln.

---

1) Ueber die Theorie der archimedischen Wasserschnecke findet man in folgenden Werken Auskunft:
D. Bernoulli, Hydrodynamica. Straßburg 1738. pag. 183. ff.
Pitot, Théorie de la Vis d'Archimède. Mémoires de l'Académie des sciences. 1736.
L. Euler, de cochlea Archimedis. Comment. Nov. Petrop. Theil V. 1754.
P. Belgrado, Theoria cochleae Archimedis etc. 1767.
Hennert, Dissertation sur la Vis d'Archimède, qui a remporté le prix de Math. adjugé par l'Acad. roy. des sciences etc. de Prusse. Berlin 1767.
Paucton, sur la Théorie de la Vis d'Archimède.

2) Man sehe Leupold's Theatrum machinarum. Band I. Seite 51.
Theatrum machinarum novum, von G. A. Bockler. 1662. fig. 81 und 82.
Strada, Variae et faciles molendina construendi inventiones. Frankfurt 1617. fig. 49.

(G. 3.)

Ein horizontales Rad mit gekrümmten Schaufeln.

(H. 3.)

Ein oberschlächtiges Rad.

Borda findet nach seiner in den Mémoires de l'Académie vom Jahre 1767 abgedruckten Abhandlung über Wasserräder folgende Ergebnisse:

Schaufelrad, welches durch den Stoß des Wassers in Bewegung gesetzt wird.

Erster Fall. Wenn das Wasser längs einer schiefen Ebene gegen die Schaufeln eines wagerechten Rades strömt und sie unter einem schiefen Winkel trifft, und wenn man den Winkel, den die schiefe Ebene mit einer lothrechten bildet, A, den Abstand des Oberwasserspiegels vom Schwerpunkte des vom Strahle getroffenen Theiles der Schaufeln H, die beschleunigende Kraft der Schwere g und die Geschwindigkeit des Rades v nennt, so muß, wenn das Rad die möglichst größte Wirkung hervorbringen soll, 1) die Richtung des Strahles mit der Ebene der Schaufel, auf welche sie fällt, einen rechten Winkel bilden; 2) v muß $= \frac{\sqrt{2gH}}{2. \text{Sin. A}}$ sein. Würde die in einem solchen Rade erzeugte Kraft angewendet, um Lasten auf der schiefen Ebene zu erheben, so würden die erhobenen Gewichte niemals größer, als die Hälfte des Gewichtes des herabgefallenen Wassers sein.

Zweiter Fall. Im gewöhnlichen verticalen Rade, wie in (F. 3.), ist $v = \frac{1}{2}\sqrt{2gH}$, wenn die Wirkung ein Maximum sein soll, d. h. die Geschwindigkeit der Schaufeln des Rades muß halb so groß, wie die des anschlagenden Wassers sein. Die Wirkung dieses Rades ist der des vorhererwähnten Rades gleich.

Dritter Fall. Wenn das Rad horizontal ist, die Schaufeln wie in (G. 3.), nach einer gekrümmten Fläche gebildet sind und angenommen wird, daß das Wasser in die von den gekrümmten Flächen zum Theil begrenzten Räume einströme, ohne gegen jene Flächen zu stoßen, und durch Oeffnungen im horizontalen Boden abfließe, so findet sich, wenn man die lothrechte Höhe der gekrümmten Fläche h nennt, für den Fall, daß die Wirkung des Rades ein Maximum sein soll, $v = \frac{g. (H + h)}{\text{Sin. A.} \sqrt{2gH.}}$. Wenn die Kraft dieses Rades angewendet wird, um Gewichte vom obern Rande der Schaufeln bis zur Oberfläche des Behälters, aus dem das Wasser auf das Rad fließt, zu heben, so könnte die Summe der erhobenen Gewichte dem Gewichte der ganzen herabströmenden Wassermenge gleich sein.

Rad mit Zellen oder gebrochenen Schaufeln, welches zum Theil durch den Stoß, zum Theil durch das Gewicht des Wassers bewegt wird. (H. 3.)

Man nimmt an, daß die ganze zufließende Wassermenge in den Zellen Platz finde. R sei der Halbmesser des Rades, H der lothrechte Abstand des Oberwasserspiegels vom tiefsten Punkte des Rades, h der lothrechte Abstand des Oberwasserspiegels von dem Punkte des Rades, in welchem das Wasser anfängt, in die Zellen einzuströmen.

Damit das Rad die größtmögliche Wirkung hervorbringe, muß 1) $v = \frac{1}{2}\sqrt{2gh}$ sein, d. h. die Geschwindigkeit jedes Punktes im Theilrisse des Rades muß halb so groß als die Geschwindigkeit des einströmenden Wassers sein; 2) $h = o$, d. h. der Durchmesser des Rades muß eben so groß, oder größer als der Abstand seines tiefsten Punktes vom Oberwasserspiegel sein; und in beiden Fällen muß das Wasser in der Höhe seiner Oberfläche in den Umring des Rades, und zwar mit einer unendlich kleinen Geschwindigkeit einströmen, woraus folgt, daß die Geschwindigkeit des Rades ebenfalls unendlich klein sein muß.

Vermittelst dieses Rades kann von seinem tiefsten Punkte bis zum Spiegel des Oberwassers eine Menge von Gewichten erhoben werden, die dem Gewichte alles des Wassers gleich ist, welches zur Bewegung des Rades eingeströmt ist.

Borda beschließt seine Abhandlung mit folgenden Betrachtungen über die Anwendung seiner Untersuchungen auf die Ausübung.

Von den verticalen Rädern mit Schaufeln (Neben- und Strauberräder).

„Der Effect dieser Räder würde die Hälfte des größtmöglichen sein, wenn die Schaufeln beim Durchgange durch das Gerinne genau dessen ganzen Querschnitt ausfüllten und nicht einen Theil des Wassers entweichen ließen, ohne seine größere Geschwindigkeit bis auf die ihrige vermindert zu haben. Allein, damit die Schaufeln nicht die Wände und den Boden des Gerinnes berühren, ist man genöthigt, zwischen ihnen und den letzteren einen kleinen Zwischenraum zu lassen, durch welchen natürlich ein Theil des Wassers, ohne auf das Rad zu wirken, abfließt. Die Größe des daraus entstehenden Verlustes an Effect läßt sich nicht bestimmen, da dieselbe von der größern oder geringern Genauigkeit der Arbeit abhängt; ich glaube jedoch, daß in der Ausübung der Effect selten mehr als $\frac{3}{8}$ des größtmöglichen betragen wird, obgleich er der Theorie nach die Hälfte davon sein könnte.“

Von den horizontalen Rädern mit geraden Schaufeln.

„Bei diesen geht bei weitem nicht so viel von der Wirkung des einströmenden Wassers verloren, wie bei den vorhergehenden, und sie sind, wenn die Größe des vorhandenen Gefälles oder andere Umstände es erlauben, beliebig entweder die einen oder die anderen anzuwenden,

daher den letzteren vorzuziehen. Doch spricht für die fraglichen Räder noch folgendes: Aus der eben mitgetheilten Gleichung ergiebt sich, daß ihr Effect, wenn die Schaufeln eine Geschwindigkeit $= \frac{\sqrt{2gH}}{2 \text{ Sin. } A}$ erhalten, ein Größtes wird, und da der Werth dieses Ausdrucks in dem Verhältnisse zunimmt, in welchem Sin. A abnimmt, so kann man ohne den geringsten Verlust an Effect die Geschwindigkeit der Schaufeln dadurch bedeutend vermehren, daß man den Winkel A, je nachdem es die in Bewegung zu setzenden Maschinen erfordern, verkleinert, während nur eine einzige Geschwindigkeit, nämlich die der Hälfte von der des anschlagenden Wassers, dem größtmöglichen Effecte eines verticalen Rades entspricht."

Von den horizontalen Rädern mit gekrümmten Schaufeln.

„Diese Räder haben vor den vorhergehenden nicht so viele Vorzüge, wie sie der Theorie nach haben müßten, weil es in der Ausübung fast unmöglich ist, daß sämmtliche Wassertheile gegen die gekrümmten Schaufeln der erforderlichen Richtung nachströmen und in wagerechter Richtung wieder abfließen, was doch, wenn der Effect ein Größtes werden soll, nöthig wäre. Ungeachtet dieser und einiger anderer Mängel, welche besonders anzugeben hier zu weitläuftig werden würde, sind die fraglichen Räder doch stets den horizontalen Rädern mit geraden Schaufeln vorzuziehen, noch mehr aber den verticalen Rädern, wenn genug Gefälle vorhanden ist. So glaube ich z. B., daß man bei einem Gefälle von 5 bis 6 Fuß ein horizontales Rad mit gekrümmten Schaufeln anlegen kann, dessen Effect sich zu dem eines verticalen Rades wenigstens wie 3 : 2 verhalten würde."

Von den Rädern mit Zellen. (Oberschlächtige Räder.)

„Wir haben behauptet, daß wenn der Effect eines oberschlächtigen Rades ein Größtes sein soll, folgende Bedingungen erfüllt werden müßten: 1) daß der Durchmesser des Rades entweder dem ganzen Gefälle gleich, oder noch etwas größer als dieses sein müsse; 2) daß das Wasser in der Höhe des Spiegels des Oberwassers in die Zellen strömen, und 3) daß die Geschwindigkeit des Rades unendlich klein sein müsse. Obgleich aber der größtmögliche Effect nur in dem Falle wirklich Statt findet, wenn diese drei Bedingungen erfüllt werden, so kann man dennoch dem einströmenden Gewässer ein kleines Gefälle und dem Rade eine ziemlich große Geschwindigkeit geben, ohne daß deshalb die Wirkung von der größtmöglichen sehr abwiche."

Als Beispiel nimmt Borda ein Rad von 11 Fuß Durchmesser an, dessen tiefster Punkt 12 Fuß unter dem Spiegel des Oberwassers liegt und in welches das Wasser im Scheitel einströmt. Ist dann die Geschwindigkeit des Wassers 4 Fuß in der Secunde, so findet er, daß die Wirkung des Rades sich zur größtmöglichen wie 11 : 12 verhält. Wäre dagegen für die

Schaufeln eine Geschwindigkeit von 6 Fuß in der Secunde erforderlich, so betrüge die Verminderung der größtmöglichen Wirkung nicht mehr, als ein Zehntheil von dieser.

„Aus diesem Beispiele,“ sagt er, „sieht man, daß die oberschlächtigen Räder in der Ausübung beinahe die größtmögliche Wirkung hervorbringen, während nach unserer frühern Behauptung die gewöhnlichen verticalen Räder höchstens $\frac{1}{8}$ dieser Wirkung und die beiden Arten von horizontalen Rädern, die eine etwas weniger, die andere etwas mehr als die Hälfte hervorbrächten.“

„Da es übrigens von dem vorhandenen Gefälle, von der Art der in Bewegung zu setzenden Maschinen und außerdem noch von mehrern andern besondern Umständen abhängt, welche von den beschriebenen Arten von Rädern anzuwenden ist, so läßt sich nur im Allgemeinen angeben, in wie fern die eine Art den Vorzug vor der anderen verdiene; man wird jedoch durch die Anwendung der oben angegebenen allgemeinen Sätze im Stande sein, für jeden besondern Fall eine hinlänglich genaue Vergleichung anstellen zu können.“

Es möchte scheinen, als ob der Hauptzweck dieses Werkes erforderte, daß darin nicht wissenschaftliche Theorie vorkommen dürfte und selbst so viel wie möglich Formeln vermieden werden müßten, die unglücklicherweise noch immer von vielen Baukünstlern nicht gern gesehen werden, allein die von Petit, Professor an der polytechnischen Schule, unter dem Titel: **sur l'Emploi du principe des forces vives dans le calcul de l'effet des machines,** herausgegebene Abhandlung schien wegen der darin herrschenden Klarheit, Eleganz und Kürze eine Ausnahme von der allgemeinen Regel zu verdienen. Sie soll daher ohne Abkürzung hier mitgetheilt werden.

Seit langer Zeit haben die Mathematiker erkannt, daß von den allgemeinen Eigenthümlichkeiten der Bewegung diejenige, welche das Princip der lebendigen Kräfte genannt wird, mehr als jede andere auf die Berechnung von Maschinen angewandt werden kann. Dies rührt bekanntlich daher, daß, weil die lebendigen Kräfte in jedem Falle die natürlichste Schätzung der bewegenden Kraft und der hervorgebrachten Wirkung geben, aus der Gleichung, welche die Beziehung, in der die fraglichen beiden Größen stehen, ausdrückt, die Auflösung der einzigen Aufgabe, die man bei der Ausübung in Betrachtung zu ziehen nöthig hat, sich geradezu und unmittelbar ergiebt.

Die Anwendungen eines so allgemeinen Princips sind an sich selbst so anziehend, daß man sich darüber wundern muß, daß bis jetzt so wenig für ihre Vervielfältigung und Ausdehnung geschehen ist. Die Theorie der Maschinen, aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, ist fast erst noch ganz zu erschaffen. Obgleich nun zwar der Mangel an physikalischen und theoretischen Daten häufig schwer zu übersteigende Hindernisse darbietet, so muß man doch zugeben, daß eine ziemlich große Menge einfacher und hinreichend bestimmter Aufgaben vorhanden ist, welche

vollständig aufgelöst werden können. Die Untersuchung einiger solcher besondern Fälle soll der Gegenstand der folgenden Abhandlung sein, und der größeren Deutlichkeit wegen werde ich einige Betrachtungen über die Art der Bewegung, welche in Maschinen zu berücksichtigen ist, und über die Bestimmung der Maße der darin wirkenden Kräfte und der von ihnen hervorgebrachten Wirkung voranschicken.

Beobachtet man die Umstände, welche bei der Hervorbringung der Bewegung in Maschinen Statt finden, aufmerksam, so sieht man bald, daß die Geschwindigkeit, die anfänglich unendlich klein ist, nach und nach zunimmt, und zwar in einem sehr kurzen Zeitraume, nach dessen Ablauf die Bewegung fast als gleichförmig angesehen werden kann. Um den Grund dieser Erscheinung erklären zu können, muß man bedenken, daß die bewegende Kraft, die anfänglich größer, als der Widerstand ist, eine geringere Bewegung hervorbringen muß, die sich darauf nach und nach beschleunigt; aber indem dann die Beschleunigung fast immer eine Verminderung der bewegenden Kraft, oder eine Vermehrung des Widerstandes, oder in einigen Fällen beide zugleich zur Folge hat, so nähert sich das Verhältniß beider fraglichen Kräfte immer mehr demjenigen, bei welchem sie im Gleichgewichte sind, so daß die Maschine, indem sie sich nur vermöge der bereits erlangten Geschwindigkeit bewegt, wegen der Trägheit der Masse eine gleichförmige Bewegung behält.

Die tägliche Erfahrung bestätigt diese Erklärung. Wenn man z. B. den Schütz des Gerinnes eines Staber= oder Strauberrades zieht, so ist bei jeder Geschwindigkeit des einfallenden Stromes die Beschleunigung der Bewegung in den ersten Augenblicken sehr bemerkbar; so wie jedoch die Geschwindigkeit zunimmt, vermindert sich auch der Stoß des Wassers, weil das Rad demselben ausweicht. Es tritt also ein Zeitpunkt ein, wo der gedachte Stoß nur im Stande ist, dem Widerstande das Gleichgewicht zu halten, und von diesem Augenblicke an muß die Bewegung gleichförmig werden. Aehnliche Wirkungen zeigen sich in den Maschinen, die durch Kräfte von Thieren in Bewegung gesetzt werden, welche deshalb Statt finden, weil die bewegende Kraft mit einer gewissen Geschwindigkeit wirken muß, und daher einen Theil von dem größten Effecte, den sie hervorzubringen im Stande ist, verliert, welcher mit der Geschwindigkeit zugleich zunimmt.

Je nachdem eine Maschine im Zustande des Gleichgewichtes oder der Bewegung ist, bringen die darauf wirkenden Kräfte zweierlei Arten von Wirkungen hervor, die von einander unterschieden werden müssen. Für das Gleichgewicht braucht man nur die Größen der Kräfte mit einander zu vergleichen, für den Fall der Bewegung muß man jedoch ein Element mehr in Rechnung bringen, nämlich die Größen der Räume, welche die Angriffspunkte zu durchlaufen haben. Wenn daher der Widerstand ein Gewicht ist, so ist der Effect der Maschine für den Zustand des Gleichgewichts das erhaltene Gewicht, aber wenn die Maschine in Bewegung ist,

so hängt der Effect nicht allein von dem Gewichte, welches durch sie erhoben wird, ab, sondern auch von der Höhe, bis zu welcher es erhoben wird, und es muß der Effect der Maschine durch das Product aus diesen beiden Factoren gemessen werden.

Die Formel, welche den Werth eines solchen Effectes ausdrückt, läßt sich immer dem Werthe einer Kraft gleich setzen. Wenn daher durch M das Gewicht einer Masse, durch H die Höhe, bis zu welcher es erhoben worden, durch g die Beschleunigung der Schwere [1]) bezeichnet wird, so wird der Effect durch gMH ausgedrückt. Setzt man dann die Geschwindigkeit, welche ein frei von der Höhe H herabfallender Körper erlangt hat $= V$, so ist $V^2 = 2gH$ und $gMH = \frac{1}{2}MV^2$.

Wenn man auf dieselbe Weise alle Arten von Widerstand betrachtet, so findet man stets, daß der der Natur angemessene Ausdruck des Werthes der Wirkung von einer gewissen Anzahl von Elementen abhängt, die so mit einander verbunden sind, daß jener Ausdruck sich dann einer lebendigen Kraft gleich setzen läßt, d. h. dem Producte einer Masse und dem Quadrate einer Geschwindigkeit.

Dasselbe, was vom Widerstande angeführt worden ist, läßt sich auch auf die bewegende Kraft anwenden, und der Werth derselben kann stets auf den einer lebendigen Kraft zurückgebracht werden. So hat z. B. ein fließendes Gewässer von gegebener Wassermenge und gegebenem Gefälle, eine angezogene Feder, die sich bis zu einem bestimmten Punkte ausdehnt; die tägliche Arbeit eines Thieres u. s. w. eine lebendige Kraft von einer gewissen Größe, welche man vermittelst einer Maschine auf jeden beliebigen Widerstand wirken lassen kann.

Betrachtet man die bewegenden Kräfte und die Widerstände auf diese Art, so sieht man, daß die Berechnung jeder Art von Maschinen sich am Ende auf die Bestimmung des Verhältnisses der angewandten lebendigen Kraft zu der hervorgebrachten Kraft zurückführen läßt. Ist dies Verhältniß einmal bekannt (und aus dem Princip der lebendigen Kräfte läßt sich dasselbe stets finden), so lassen sich daraus leicht die Bedingungen ableiten, welche erfüllt werden müssen, wenn die Maschine den möglichgrößten Effect haben soll.

Ich werde hier nur solche Maschinen betrachten, welche durch fließendes Wasser in Bewegung gesetzt werden, und nach dem vorher Erwähnten annehmen, daß sie zur gleichförmigen Bewegung gelangt sind. Unter diesen Voraussetzungen kann man das Princip der lebendigen Kräfte folgendermaßen ausdrücken. Die in dem Widerstande mitgetheilte lebendige Kraft ist gleich der bewegenden Kraft weniger der bei den plötzlichen Ver-

1) Hier ist g die am Ende der ersten Zeitsecunde beim freien Falle erlangte Geschwindigkeit, oder das Zweifache des in derselben Zeit durchlaufenen Raumes.

A. d. Ueb.

änderungen der Geschwindigkeit verlorenen lebendigen Kraft, und dem Theile der bewegenden Kraft, welcher nach erfolgter Wirkung noch übrig bleibt.

Bevor ich zur Untersuchung der einzelnen Fälle, von denen ich reden will, übergehe, muß ich angeben, auf welche Art die von einem fließenden Gewässer erzeugte lebendige Kraft berechnet werden muß und auf welche Weise man den Theil, welcher durch die Mittheilung der Bewegung verloren geht, finden kann.

Bei unpreßbaren Flüssigkeiten, wie bei dem Wasser, ist das Maaß der lebendigen Kraft das Product aus der abfließenden Wassermenge in das Quadrat der Geschwindigkeit des Wassers; aber bei elastischen Flüssigkeiten, die durch ihre Ausdehnung wirken, stellt sich der Werth dieser Kraft nicht so geradezu dar, läßt sich jedoch leicht auf folgende Weise bestimmen.

Die gedachte Flüssigkeit sei in einer wagerechten, an dem einen Ende verschlossenen Röhre befindlich, in welcher ein Kolben mit Leichtigkeit hin und her bewegt werden kann. Der Querschnitt der Röhre sei b und die Länge des mit der Flüssigkeit angefüllten cylindrischen Raumes zwischen dem Boden der Röhre und der Grundfläche des Kolbens a. Man bezeichne ferner mit h die Höhe einer Wassersäule, deren Gewicht der Elasticität der Flüssigkeit das Gleichgewicht hält, und nehme endlich noch an, daß auf den Kolben kein äußerer Druck wirke. Der von innen darauf wirkende Druck theilt dem Kolben eine beschleunigte Bewegung mit, für welche die erforderliche Gleichung leicht zu bilden ist.

Bezeichnet man durch v die Geschwindigkeit, die der Kolben am Ende der Zeit t erlangt hat, und durch x die Länge des cylindrischen Raumes, den in demselben Augenblicke die Flüssigkeit einnimmt, so verwandelt sich der Werth der Elasticität der letzteren in $\frac{ha}{x}$, und dann ist die bewegende Kraft $= g\,\frac{\delta hab}{x}$, wo g die Beschleunigung der Schwere und δ das Gewicht einer Einheit Wasser bedeuten. Der allgemeine Ausdruck für die bewegende Kraft ist aber $m\frac{dv}{dt} = m\frac{v.dv}{dx}$, wo durch m die Masse des Kolbens bezeichnet wird, und dann erhält man

$$mvdv = g\,\frac{\delta abh}{x}\,.\,dx.$$

Integrirt man und bestimmt die Constante so, daß $v = o$ für $x = a$, so findet man

$$mv^2 = 2g\delta.\ hab\ \log.:\frac{x}{a}\quad(1).$$

Wirkte auf die äußere Seite des Kolbens ein unveränderlicher Druck, der eben so groß wie das Gewicht einer Wassersäule von der Höhe h wäre, so erhält man für die lebendige Kraft:

$$2g\delta b\ [ha \log. \frac{x}{a} - h'\ (x-a)]\quad (2).$$

Wäre endlich die Pressung auf die innere Seite des Kolbens selbst unveränderlich, welches der Fall ist, wenn der aus der Vergrößerung des Raumes entstehende Verlust an Spannkraft in jedem Augenblicke durch nachströmende Flüssigkeiten ersetzt wird, so erhält man für die lebendige Kraft:

$$2g\delta b\ (h-h')\ (x-a).\quad (3).$$

Dieser letzte Fall ist offenbar der, welcher bei Dampfmaschinen vorkommt.

Jeder der obigen drei Formeln kann man eine etwas andere Gestalt geben, durch welche man der in der Ausübung gebräuchlichen Art, die Sache anzusehen, näher kommt. Es ist bekannt, daß eine lebendige Kraft φ im Stande ist, ein Gewicht $\frac{\varphi}{2gh}$ bis zu einer Höhe **h** zu erheben, und aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, führen die Ausdrücke (1) (2) (3) auf folgende Gesetze.

1) Wenn eine elastische Flüssigkeit, die einen Raum **a** einnimmt und einen Druck hervorbringt, welcher dem Gewichte einer Wassersäule von der Höhe **h** gleich ist, sich, ohne äußern Widerstand zu finden, ausdehnt, so wird ihre lebendige Kraft in dem Augenblicke, in welchem der von ihr eingenommene Raum $= x$ wird, im Stande sein, eine Wassermenge, deren Volumen $a \log. \frac{x}{a}$ ist, bis zur Höhe **h** zu erheben.

2) Wenn der oben gedachten Flüssigkeit ein unveränderlicher äußerer Druck entgegenwirkte, der dem Gewichte einer Wassersäule von der Höhe **h′** gleich wäre, so würde die lebendige Kraft, welche erzeugt wird, während **a** in **x** übergeht, nur im Stande sein, das Gewicht einer Wassersäule, deren Volumen $= a \log. \frac{x}{a} - \frac{h'}{h}\ (x-a)$ ist, auf die Höhe **h** zu erheben.

3) Wenn auf einen Kolben zwei Pressungen nach entgegengesetzter Richtung wirken, welche dem Gewichte zweier Wassersäulen von der Höhe **h** und **h′** gleich sind, so würde die im Kolben erzeugte lebendige Kraft im Stande sein, eine Wassermasse, deren Volumen dem vom Kolben bei seiner Bewegung erzeugten Raume gleich ist, auf die Höhe $h - h'$ zu erheben.

Um ein Beispiel von der Anwendung der oben angeführten Gesetze zu geben, werde ich hier noch die bewegenden Kräfte mit einander vergleichen, welche bei einerlei Wärmegrade einmal durch Wasserdämpfe und dann durch erhitzte Luft erzeugt werden.

Angenommen, daß das in Dampf verwandelte Wasser bei 0° Temperatur eine Gramme gewogen habe, so lassen sich daraus ziemlich genau 1700 Cubikcentimeter Dämpfe entwickeln, die 100° (80° Réaum.) Wärme haben und einen Druck erzeugen, welcher eben so groß, wie

der einer Wassersäule von 10 Meter Höhe ist. Ließe sich der Dampf wieder vollkommen in Wasser verwandeln (condensiren), so wäre nach den vorigen Sätzen die lebendige Kraft im Stande, 1700 Cubikcentimeter um 10 Meter zu erheben, oder, was auf dasselbe hinausläuft, 17 Kilogramme um 1 Meter zu erheben.

Da nun bekanntlich eben so viel Wärme erforderlich ist, um eine Gramme Wasser in Dämpfe zu verwandeln, als die Temperatur von 666 Grammen Wasser um 1° (nach dem hunderttheiligen Thermometer) zu erhöhen; also auch, um die Temperatur von 2500 Grammen Luft um eben so viel zu erhöhen, wenn der Barometerstand einer 10 Meter hohen Wassersäule gleich gesetzt wird und wenn man, den von Laroche und Berard angestellten Versuchen gemäß, annimmt, daß sich die eigenthümliche Wärme der Luft zu der des Wassers wie 0,267 : 1 verhält. Die Elasticität dieser Luft würde dann um 0,0375 Meter vermehrt werden, die erzeugte lebendige Kraft würde daher im Stande sein, eine Wassermenge, deren Volumen eben so groß, wie das von 2500 Grammen Luft ist, auf 0,0375 Meter Höhe zu erheben. Dies Volumen beträgt 1925 Cubikdecimeter, und es ist daher die gesuchte lebendige Kraft so groß, wie die, vermittelst welcher eine Last von 72,2 Kilogrammen ein Meter hoch erhoben werden kann, was mehr als das Vierfache von dem ist, was durch den Dampf bewirkt werden könnte.

Obgleich ich keinesweges die Absicht hege, aus der vorstehenden Näherungsrechnung irgend eine Folgerung in Bezug auf die beste Anwendung der Hitze als bewegende Kraft zu machen, so wird es doch immer zu glauben erlaubt sein, daß die Vervollkommnung solcher Maschinen, in welchen, wie in dem Pyreolophore von Niepce[1]), die durch plötzliche Erhitzung ausgedehnte Luft als bewegende Kraft gebraucht wird, einigen Vortheil gewähren dürfte.

---

*) Die von Niepce erfundene Maschine gehört in §. 2. Da sie nicht allgemein bekannt ist, so halten wir es für nützlich, wenigstens mit einigen Worten den sinnreichen Grundsatz anzugeben, auf welchem ihre Einrichtung beruht.

Die Luftmasse, durch deren Erhitzung die bewegende Kraft hervorgebracht werden soll, befindet sich in einem auf einer Seite sehr dicht verschlossenen Behälter von Kupfer. In den Wänden dieses Gefäßes befinden sich zwei Oeffnungen, auf deren jede eine Röhre trifft. In der einen Röhre befindet sich ein Kolben, auf welchen die Luft in dem Augenblicke, in welchem sie ausgedehnt wird, einen Druck ausübt, welcher im Stande ist, irgend eine Last, z. B. eine Wassersäule zu erheben. In der andern sehr engen Röhre befinden sich zwei Oeffnungen, durch deren eine, die dem Gefäße zunächst liegt, die Flamme einer kleinen Lampe oder eines Dochtes geht und deren andere zur Aufnahme eines außerordentlich leicht brennbaren pulverisirten Stoffes dient. Mit dem äußern Ende dieser Röhre ist die Röhre eines Blasebalges verbunden, vermittelst dessen man stets nach gleich langen Zeiträumen eine gewisse Menge Luft in den Behälter treibt. Diese Luft trifft auf ihrem Wege den erwähnten brennbaren Stoff und treibt ihn durch die Flamme in das Gefäß, wo er in vollem Brande ankommt. Der durch die ihm mitgetheilte Bewegung aus einander gestreute brennbare Stoff dehnt die ganze im Behälter eingeschlossene Luftmasse plötzlich und gleichzeitig aus und bringt daher eine Art von Explosion hervor, durch welche der Kolben in Bewegung gesetzt wird.

Die Formel für den Werth der durch eine elastische Flüssigkeit erzeugten Kraft führt sehr einfacher Weise auf die Auflösung der Aufgabe, deren Gegenstand die Bestimmung der Geschwindigkeit ist, welche die verschiedenen Körper eines durch plötzliche Ausdehnung eines Gases in Bewegung gesetzten Systems erlangen. Wenn wir eine beliebige Anzahl von Körpern betrachten, deren Größen M, M′, M″ u. s. w. und deren Geschwindigkeiten U, U′, U″ u. s. w. seien, die von der Flüssigkeit erzeugte lebendige Kraft F nennen und die angegebene Rechnungsart beibehalten, so ist zunächst $MU^2 + M'U'^2 + M''U''^2 + \ldots = F$. Da jedoch auf alle gedachten Körper nur einerlei Kraft wirkt, so müssen auch die Größen der Bewegung (die mechanischen Momente) für einerlei Zeitpunkt einander gleich sein, woraus sich $Mu = M'u' = M''u''$ u. s. w. ergiebt. Diese Gleichungen mit der ersten verbunden, geben die Werthe von u, u′, u″ u. s. w.

Wenn man nicht mehr als zwei Körper betrachtet, so geben die vorhergehenden Gleichungen die Auflösung der Aufgabe von der Bewegung eines aus einem Geschütze abgeschossenen Körpers; man kann dadurch die Geschwindigkeit der Kugel und die des Rücklaufes und außerdem noch die Größe der Ladung bestimmen, bei welcher der Effect ein Größtes ist. Ich will mich bei der Auflösung dieser verschiedenen Aufgaben, die nicht die geringste Schwierigkeit haben, nicht aufhalten, da sie für die Ausübung ohne Nutzen sind, weil es nicht wahrscheinlich ist, daß die Veränderung der Elasticität des durch die Entzündung des Pulvers entstehenden Gases nach Mariotti's Gesetze erfolge. Auch müßte man, wenn man die aus dem gedachten Gase zu erhaltende lebendige Kraft bestimmen wollte, seine Schlüsse auf den beobachteten Effect gründen. Wenn man die Masse der Kugel mit M, und ihre Geschwindigkeit mit u bezeichnet und die Masse des Geschützes durch M′ ausdrückt, so findet man nach dem Vorhergehenden die lebendige Kraft gleich $Mu^2 \left(1 + \frac{M}{M'}\right)$.

Die lebendige Kraft, welche aus einer Flüssigkeit erhalten werden kann, läßt sich nicht stets vollständig auf den Widerstand fortpflanzen. Zuvörderst kann die Flüssigkeit, nachdem sie ihre Wirkung gethan hat, noch eine gewisse Geschwindigkeit behalten haben, der Werth der Verminderung des Effectes aus diesem ersten Grunde läßt sich jedoch stets leicht bestimmen, da in jedem Falle aus der Einrichtung der Maschine selbst leicht hervorgeht, welche Geschwindigkeit die Flüssigkeit behält. Es ist übrigens klar, daß man unter dieser Geschwindigkeit nicht die der Flüssigkeit in Bezug auf die Maschine, sondern die absolute Geschwindigkeit verstehen muß, wie Daniel Bernoulli in seiner **Hydrodynamique** deutlich gezeigt hat. Von der Wichtigkeit dieser Unterscheidung kann man sich einen sehr deutlichen Begriff machen, wenn man die Wirkungen der Centrifugalmaschine betrachtet. Bekanntlich besteht diese Maschine aus einer gewissen Anzahl von Röhren, welche um eine lothrechte Drehachse so angebracht sind, daß ihre Mittel-

linien in die Seitenschnitte eines Kegels fallen, dessen kleinere Grundfläche ins Wasser getaucht ist. Dreht man die Welle vermittelst einer Kurbel um, so muß das Wasser vermöge der Centrifugalkraft in den Röhren in die Höhe steigen, aus denen es dann durch die darin oberhalb angebrachten Oeffnungen in eine kreisförmige Rinne ausfließt. Es ist klar, daß bei dieser Einrichtung die Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers von der Lage der Ausmündung abhängt und daß die Geschwindigkeit die möglich kleinste ist, wenn jede Ausflußöffnung in der Seitenwand jeder Röhre so angebracht ist, daß das Wasser nach der der Umdrehung entgegengesetzten Seite abfließt. Da nun die lebendige Kraft, welche das Wasser bei seinem Einflusse in die Rinne behält, in Bezug auf den Nutzeffect der Maschine gänzlich verloren geht, so muß man diese Kraft so klein als möglich zu machen suchen, mithin die Ausmündung an der vorhin angegebenen Stelle, und nicht, wie gewöhnlich geschieht, am Ende der Achse der Röhre anbringen [1]).

Zu dem eben erwähnten Verluste an lebendiger Kraft muß noch der, welcher aus der plötzlichen Veränderung der Geschwindigkeit entsteht, gerechnet werden, was in den durch den Stoß des Wassers in Bewegung gesetzten Maschinen vorkommt. In diesem Falle scheint die Mittheilung der Bewegung viel Aehnlichkeit mit der zu haben, welche zwischen unelastischen Körpern Statt findet, weil die Flüssigkeit und die Maschine, wenn sie nicht mehr mit einander in Berührung stehen, Geschwindigkeiten behalten, welche, in der Richtung des Stoßes genommen, einander gleich sind. Es ist also der Natur der Sache angemessen, anzunehmen, daß der Verlust an lebendiger Kraft hier eben so groß sei, als in dem Falle, wo harte Körper an einander stoßen, d. h. gleich der lebendigen Kraft, welche bei einer der verlornen Geschwindigkeiten erzeugt würde, wo dann für die verlorene Geschwindigkeit der Unterschied zwischen der anfänglichen und der nach erfolgtem Stoße Statt findenden Geschwindigkeit zu verstehen ist.

Diese vorangeschickten Grundsätze werde ich nun auf die Berechnung der verschiedenen Arten von Wasserrädern anwenden.

Von den Rädern mit Schaufeln. (Staber-, Strauber- und Pansterrädern.)

Die Geschwindigkeit des fließenden Gewässers sei $= u$, die während einer Zeiteinheit auf die Schaufeln fließende Wassermenge $= M$ und die beständige Geschwindigkeit der Schaufeln, nachdem die Maschine in den Beharrungszustand gekommen ist, $= x$, so hängt bekanntlich

---

1) Diese so richtige als sinnreiche Bemerkung ist mir von Herrn Ampère mitgetheilt worden, der sich mit der Anwendung des Princips der lebendigen Kräfte auf die Theorie der Maschinen beschäftigt hat, und der mir versicherte, auch seinerseits auf mehrere in dieser Abhandlung mitgetheilte Resultate gekommen zu sein.

diese Geschwindigkeit von dem Widerstande ab, dem die Kraft des Rades das Gleichgewicht halten muß. Da die wegen des Stoßes verlorene Geschwindigkeit $= u - x$ ist, so ist die dazu gehörige lebendige Kraft $= M (u - x)^2$; wogegen das einfließende Wasser, da es sich nach dem Stoße mit einer Geschwindigkeit $= x$ bewegt, eine lebendige Kraft $= Mx^2$ behält, und es bleibt daher von der ganzen, dem einfließenden Gewässer beiwohnenden bewegenden Kraft nur übrig:

$$Mu^2 - Mx^2 - M (u - x)^2.$$

Der Werth dieses Ausdruckes muß $= 0$ sein, wenn der Widerstand $= 0$ oder unendlich ist, und die zugehörigen Werthe von x sind $x = u$ und $x = 0$. Zwischen diesen beiden Grenzen, für deren jede der Effect $= 0$ wäre, giebt es einen Werth von x, für welchen der vorstehende Ausdruck ein Maximum wird. Durch die Differenzialrechnung findet man den fraglichen Werth von $x = \frac{u}{2}$, und dann ist die der Maschine mitgetheilte lebendige Kraft $= \frac{Mu^2}{2}$.

Daher leisten Schaufelräder ihren größten Effect, wenn die Geschwindigkeit der Schaufeln halb so groß, wie die des dagegen strömenden Wassers ist, und der gedachte größte Effect beschränkt sich darauf, daß die Hälfte der dem Strome inwohnenden lebendigen Kraft benutzt werden kann.

Diese Resultate kommen mit denen, welche Smeaton geradezu aus Versuchen abgeleitet hat, beinahe überein.

Von den Rädern mit Zellen. (Oberschlächtige Räder.)

Räder dieser Art werden bloß durch das Gewicht des Wassers bewegt, wenn dieses tangential auf das Rad und mit einer Geschwindigkeit in die Zellen strömt, welche der eines Punktes im Theilrisse gleich ist. Wenn die Geschwindigkeit des Rades kleiner, als die des zufließenden Wassers ist, so wirkt das letztere durch den Stoß und durch sein Gewicht zugleich. Wir wollen diese beiden Fälle nach einander untersuchen.

Nennt man im ersten Falle die Geschwindigkeit des Rades im Theilrisse u und H die lothrechte Höhe des durch die fortwährend mit Wasser angefüllten Zellen eingenommenen Bogens, so findet man, daß das Wasser, wenn es von derselben Höhe frei herabfiele, eine Geschwindigkeit $= \sqrt{u^2 + 2gH}$ erlangt haben würde, weil es im Rade schon mit der Geschwindigkeit u ankommt. Diese im Wasser enthaltene lebendige Kraft ist daher in diesem Falle $= M (u^2 + 2gH)$, wo M wie vorher die Größe der in jeder Zeiteinheit zufließenden Wassermenge bedeutet. Allein das Wasser fließt ohne relative Geschwindigkeit aus den Zellen ab, folglich mit einer absoluten Geschwindigkeit $= u$; der Verlust an lebendiger Kraft ist daher $= Mu^2$ und die zur Ueberwindung des Widerstandes noch übrig bleibende lebendige Kraft $= M . 2gH$.

Man sieht hieraus, daß, wenn der Effect der fraglichen Räder ein Größtes sein soll, ihre Umdrehungsgeschwindigkeit unendlich klein sein müsse und daß dann die ganze vorhandene lebendige Kraft benutzt würde.

Gehen wir zum zweiten Falle über, und lassen den schon gebrauchten Buchstaben ihre frühere Bedeutung, und nennen die Geschwindigkeit des zufließenden Wassers, welches tangential auf den Umkreis gegen die Schaufeln stößt, v, so findet man, wie im vorhergehenden Falle, daß das Wasser eine lebendige Kraft $= M(v^2 + 2gH)$ besitze; daß es in dem Augenblicke, in welchem es die Zellen verläßt, eine lebendige Kraft $= Mu^2$ behält; und daß endlich der Stoß des Wassers einen Verlust $= M(v - u)^2$ hervorbringt. Der Effect bleibt daher nur:

$$M(v^2 + 2gH) - Mu^2 - M(v - u)^2.$$

Um die vortheilhafteste Geschwindigkeit eines solchen Rades zu bestimmen, muß man den Werth von u suchen, für welchen der vorstehende Ausdruck ein Maximum wird. Dies geschieht, indem man für ein veränderliches u differenziirt und das Differenzial $= 0$ setzt, woraus man dann $u = \frac{v}{2}$ erhält.

Die von Smeaton über die bloß durch das Gewicht des Wassers bewegten Räder angestellten Versuche stimmen mit den so eben von uns erhaltenen Resultaten vollkommen überein. Nur hat Smeaton bemerkt, daß die Geschwindigkeit des Rades nicht unter einer gewissen Grenze bleiben dürfe, weil, sobald dies nicht berücksichtigt wird, die Widerstände, wie die Reibung, die Bewegung unregelmäßig machen würden.

Von den Rädern, welche durch Rückwirkung des Wassers bewegt werden.

Ein Rad, welches durch die Rückwirkung des Wassers in Bewegung gesetzt werden soll, besteht aus einer gewissen Anzahl von wagerechten Röhren, die sämmtlich mit einer lothrechten Röhre, um welche sie sich drehen können, verbunden sind. Von der lothrechten Röhre wird angenommen, daß sie immer in unveränderlicher Höhe mit Wasser angefüllt sei, und jede wagerechte Röhre ist seitwärts mit einer Oeffnung versehen, durch welche das Wasser ausströmt. Dies Ausströmen erzeugt einen Druck gegen die der Oeffnung gegenüberliegende Seitenwand, und dieser Druck ist es dann, welcher auf das Rad als bewegende Kraft wirkt.

Das Rad möge eine gleichförmige Bewegung angenommen haben; u sei die absolute Geschwindigkeit der Oeffnung, a ihr Abstand von der Drehachse und H die Höhe der in der lothrechten Röhre befindlichen Wassersäule. Im Zustande der Ruhe hängt der auf alle Punkte der wagerechten Röhren Statt findende Druck allein von dieser Höhe ab; dreht sich aber das Rad um, so erzeugt die Centrifugalkraft eine neue Pressung, deren Werth wir jetzt berechnen wollen.

Man bestimme die Lage jedes Elementes der Flüssigkeit durch ihre Abstände von zwei Linien, von denen die eine die lothrechte Drehachse, die andere die Achse irgend einer der wagerechten Röhren ist. Der Anfangspunkt der Coordinaten liege im Durchschnittspunkte der gedachten beiden Linien; und um die Lage eines Elementes des in der lothrechten Röhre enthaltenen Wassers zu bestimmen, heiße die wagerechte Abscisse x, die lothrechte Ordinate z. Nun wirkt auf ein solches Element nicht allein die Schwere, deren Beschleunigung mit g bezeichnet wird, sondern auch die durch die drehende Bewegung entstehende Centrifugalkraft, $= \frac{u^2x^2}{a^2x^2} \cdot \frac{M}{g}$, wo M die bewegte Masse, g die am Ende der ersten Zeitsecunde erlangte Geschwindigkeit bedeuten; also $= \frac{u^2x}{a} \cdot \frac{fdx}{g} \cdot \gamma$, wenn durch f der äußere, oder ein mit der Drehachse paralleler Querschnitt des Elementes, und durch γ ein der Einheit des Körpermaßes gleiches Volumen Wasser ausgedrückt wird. Die Fallhöhe für das fragliche Element ist $= H - z$, die Wirkung des Stoßes für dasselbe also $= (H - z) f\gamma$, und das Differenzial hiervon $= - dz . f . \gamma$. Ist p die Höhe der Wassersäule, deren Gewicht der rückwirkenden Kraft gleich ist, so muß:

$$dp . f . \gamma = \frac{u^2x}{a^2} \cdot \frac{dx}{g} . f . \gamma - dz . f . \gamma$$

oder:

$$g . dp = \frac{u^2x}{a^2} \cdot dx - gdz.$$

also:

$$gp = \frac{u^2x^2}{2a^2} - gz + C$$

sein. Für $p = o$ ist $x = o$ und $z = H$, also $C = gH$, und daher

$$gp = \frac{u^2x^2}{2a^2} - g\,(z - H).$$

Allein gp muß für $x = a$ und $z = o$ genommen werden, und dann ist $gp = \frac{u^2}{2} + gH.$ Für fließendes Wasser ist (Eytelwein, Handbuch der Mechanik, §. 168) $gp = c^2$, und wenn hier die Geschwindigkeit des einfließenden Wassers mit c bezeichnet wird, ist $c^2 = \frac{u^2}{2} + gH.$ [1])

---

1) Diese Stelle ist sehr frei übersetzt; da jedoch die Resultate der hier geführten Rechnung mit denen des Originales übereinstimmen, so dürfte dies wohl zu verzeihen sein, indem versucht worden ist, die Sache selbst, ohne zu weitläuftig zu werden, etwas klarer darzustellen.

A. d. Ueb.

Und wenn man durch H' die Höhe des freien Falles für die Geschwindigkeit u bezeichnet, so erhält man $p = (c^2) = g(H + H')$.

Nun ist nach dem Gesetze des Ausflusses flüssiger Körper die durch den Druck einer Wassersäule von der lothrechten Höhe $H + H'$ erzeugte Geschwindigkeit gleich der, welche ein schwerer Körper, der von dieser Höhe herabfällt, erlangen würde. Es strömt also das Wasser mit einer relativen Geschwindigkeit $= \sqrt{2g(H + H')}$ aus der Röhre aus, und folglich ist seine absolute Geschwindigkeit $= \sqrt{2g(H + H')} - \sqrt{2gH'}$.

Der in dieser Maschine verloren gehende Theil der überhaupt vorhandenen lebendigen Kraft ist daher $M(\sqrt{2g[H + H']} - \sqrt{2gH'})^2$.

Will man also die Geschwindigkeit finden, für welche der Effect ein Größtes wird, so muß man den Werth der Höhe H' suchen, für welchen der Ausdruck $\sqrt{2g(H + H')} - \sqrt{2gH'}$ ein Kleinstes wird. Der Koëfficient von dH' für ein veränderliches H' ist aber:

$$= g\left[\frac{1}{\sqrt{2gH + H'}} - \frac{1}{\sqrt{2gH'}}\right]$$

und da dieser Koëfficient stets negativ ist und nur dann $= 0$ wird, wenn H' unendlich groß ist, so kann man annehmen, daß in Rädern, welche durch den Rückstoß des Wassers bewegt werden, immer ein gewisser Theil der lebendigen Kraft verloren geht; daß dieser Verlust aber um so kleiner wird, jemehr die Geschwindigkeit des Rades zunimmt.

Petit schließt seine Abhandlung mit einer Beschreibung der Danaïde des Hrn. Mannoury nach dem von Carnot dem Institute erstatteten Berichte. Da jedoch der Erfinder später noch Veränderungen in seiner Maschine vorgenommen hat, so soll dieselbe erst unter (N. 3.) beschrieben werden.

(I. 3.) Tafel II.

Windmühle mit horizontalen Flügeln.

Keine Maschine ist so allgemein verbreitet als die Windmühle, und dennoch giebt es keine, von welcher weniger richtige theoretische Grundsätze bekannt wären, und für welche die Aufstellung von solchen Grundsätzen größere Schwierigkeiten darböte, als diese. Denn da die Flügel nur unmittelbar durch den Stoß des Windes umgedreht werden, so ist die Gewalt, mit welcher der Wind die Mühle umzuwerfen strebt, oft größer als die, welche die Umdrehung der Flügel bewirkt, so daß man den Flügeln eine übermäßige Höhe zu geben genöthigt ist, wodurch die Reibung sehr vermehrt wird, die Handhabung schwer und gefährlich gemacht ist, und die Mühlen, besonders bei plötzlich eintretenden heftigen Stürmen, der Gefahr ausgesetzt sind, zertrümmert zu werden.

Die Größe der Flügel verursacht einen sehr beträchtlichen Nebenwiderstand, und wenn man noch hierzu rechnet, wie schief die Flügel sein müssen, wenn der Effect ein Größtes sein soll, so wird man leicht einsehen, daß, wenn man den größten Flächeninhalt der Flügel berücksichtigt, noch viel daran fehlt, ehe der Effect der Mühlen so groß würde, wie er wohl sein sollte. Die Nothwendigkeit, die Flügel immer dem Winde entgegen zu kehren, ist, da der Wind seine Richtung in jedem Augenblicke verändert, eine der größten Schwierigkeiten, und daher kommt es denn auch, daß ihre Richtung fast nie diejenige ist, welche sie sein sollte; mitunter springt sogar der Wind von einer Himmelsgegend plötzlich zur entgegengesetzten um, und dann läuft die Mühle die größte Gefahr, zertrümmert zu werden. Außerdem ist die Erdwinde so schwierig und nur mit so geringer Geschwindigkeit umzudrehen, daß daraus viel Zeitverlust und unnütze Arbeit entsteht.

Es ist wahr, daß man sich bei kleinen Windmühlen einer Fahne bedient, durch welche allein die Flügel immer nach der Richtung des wehenden Windes gestellt werden. Einer von uns beiden sah in England, wie man eine kleine Wetterfahne, die vermittelst einer Schraube ohne Ende in ein großes horizontales Zahnrad griff, anwendete, um dadurch eine große Mühle zu stellen. Allein die großen Fahnen auf kleinen Mühlen und eben so die kleinen Fahnen auf großen Mühlen sind zu schwierig anzubringen, und zu kostbar, um allgemein angenommen werden zu können.

Aller dieser Gründe wegen haben sich die Mechaniker bewogen gefunden, Mittel aufzusuchen, vermittelst deren die Kraft des Windes mehr geradezu benutzt werden könnte, und durch welche die Mühle sich immer von selbst in der gehörigen Lage gegen die Richtung des Windes befände, ohne daß man nöthig hätte, sie umzudrehen. Eine der bemerkenswerthesten Vorrichtungen ist die in den holländischen Mühlen angewandte, in welchen man sich eines horizontalen Rades mit beweglichen Flügeln bedient, von denen einige sich stets in der Richtung des Windes befinden, während die übrigen dessen vollen Stoß empfangen; weshalb das Rad sich so lange umdreht, bis entweder die Kraft aufhört, oder eine andere Ursache die Bewegung der Flügel hindert.

Nimmt man an, 1) daß **C 1**, **C 2**, **C 3**, **C 4**, **C 5**, **C 6** ein durch sechs an der Welle **C** befestigte Rahmen gebildetes Rad darstellen; 2) daß **ek**, **dy**, **bi**, **ah**, **gm** und **fl** Klappen seien, die in denselben Rahmen auf eine solche Art durch ihre Zapfen δ befestigt sind, daß die Fläche jeder Klappe durch die Drehachse in zwei ungleiche Theile getheilt wird; wenn man ferner in den Rahmen die Hindernisse **r** anbringt, welche durch lothrechte Seile, und zwar dergestalt gebildet werden, daß der Zwischenraum zwischen jedem Hindernisse und dem Zapfen der Klappe, die in demselben Rahmen hängt, kleiner, wie die Breite der größeren Abtheilung der Klappe sei, und daß daher jede solche sich frei drehen könne, ohne jedoch über die Richtung des Rahmens hinaustreten zu können, (was man durch andere Hindernisse, z. B. durch andere

Seile, die zwischen denen, von welchen die Rede gewesen, und der Drehachse angebracht sind, bewirken kann,) so sieht man leicht, daß, welche Lage auch die Klappen während einer Windstille haben mögen, dennoch, sobald der Wind nach irgend einer Richtung zu wehen anfängt, die Flügel sich von selbst augenblicklich so stellen werden, daß sich die Welle **C** nach derselben Seite zu umdrehet, was so viel werth ist, daß deshalb Flügel dieser Art vor den verticalen Flügeln einen entschiedenen Vorzug haben würden, wenn nicht andere damit verbundene sehr bedeutende Uebelstände sie in bösen Ruf gebracht hätten. Der, welcher uns als der bedeutendste erscheint, ist der große Widerstand, welchen der Wind durch seinen Stoß auf die sich seiner Richtung entgegen bewegenden Theile hervorbringt; das immer sich wiederholende Anschlagen der Klappen an die Seile vermindert die Wirkung dieser Maschinen, und wirkt auf ihre frühe Zerstörung, und vergebens hat man die Wirkung der gedachten Erschütterung dadurch zu vermindern gesucht, daß man die Anzahl der Klappen in jedem Rahmen vergrößerte, denn die Erfahrung zeigt täglich, daß in den Windmühlen mit horizontalen Flügeln die Nachtheile größer als die Vortheile sind.

(K. 3.) Windmühle mit verticalen Flügeln.

Mühlen dieser Art bestehen **1**) aus einer Welle **B**, die eine Neigung von acht bis funfzehn Grad gegen den Horizont hat; **2**) aus vier Ruthen **BC**, **BD**, **BE**, **BF**, jede zwölf Meter lang, welche auf der Welle **B** normal stehen, und in der Nähe ihres oberen Endes angebracht sind; **3**) aus vier Flügeln, die von den gedachten Ruthen getragen werden.

Jeder Flügel fängt in **2** Meter Entfernung von der Welle **B** an, und geht bis zum Ende der Ruthe, an welcher er befestigt ist, hat also mithin eine Länge von **10** Meter, während seine Breite etwas über **2** Meter beträgt. Nach Monge und Hachette kann man jeden Flügel als eine windschiefe Fläche betrachten, welche durch die Bewegung einer auf der zugehörigen Ruthe normalen geraden Linie erzeugt ist, die im Anfangspunkte des Flügels, d. h. in dem der Welle zunächst liegenden Punkte desselben, mit der Achse der Welle einen Winkel von **60°** bildet. Diese Linie durchläuft mit gleichförmiger Bewegung die ganze Länge der Ruthe, während sie immer auf derselben normal bleibt, der Winkel jedoch, welchen sie mit der Achse der Welle **B** bildet, nimmt gleichförmig zu, und zwar auf eine solche Art, daß dieser Winkel, der im Anfange **60°** betrug, am Ende des Flügels bis auf **78°** zugenommen hat, wenn die Welle **B** um **8°** gegen den Horizont geneigt ist, oder bis auf **84°**, wenn diese Neigung **15°** beträgt, und eben so verhältnißmäßig in den dazwischen liegenden Werthen des Neigungswinkels.

Aus der Lage der erzeugenden Linie für jeden Punkt der Ruthe findet man die Lage jeder einzelnen Sprosse, die sämmtlich ein Gitterwerk bilden, auf das die Segel (oder die Thüren) gelegt werden, welche endlich den Flügel bilden.

Man kann auch jeden Flügel als eine windschiefe Fläche betrachten, welche durch die Bewegung irgend einer auf der Ruthe des Flügels stets normalen geraden Linie erzeugt wird, und welche zugleich in jeder Stelle die durch die zusammengehörigen äußersten Enden der erzeugenden Linie, diese im Anfangspunkte und im Endpunkte des Flügels gedacht, gehende gerade Linie fortwährend trifft, wobei die Lage der erzeugenden Linie in den gedachten Punkten nach dem Vorhergehenden bestimmt wird.

Die so eben angegebenen Abmessungen sind die, welche man allgemein in Flandern, besonders in der Gegend von Lille anwendet, wie Coulomb in einer Abhandlung anführt, die unter denen der Akademie der Wissenschaften auf das Jahr 1781 vorkommt, und die wir zur Berücksichtigung empfehlen.

Er macht eine Schätzung von der Totalwirkung dieser Mühlen, und nimmt an: „daß sie das ganze Jahr hindurch täglich 8 Stunden im Gange seien, und in jeder Minute ein Gewicht von 1000 Pfund 218 Fuß hoch heben."

Mit Bernoulli sagt Coulomb: „Angenommen, daß ein Mensch, der seine ganze Kraft auf die bequemste Weise anwendet, bei einer täglichen Arbeitszeit von 8 Stunden nicht mehr, als ein Gewicht von 60 Pfund 1 Fuß hoch in der Secunde heben könne, was 1,728,000 Pfund, 1 Fuß hoch erhoben, für den Effect eines Tagewerkes geben würde, so erhält man bei dieser Arbeitszeit von 8 Stunden täglich, für die Minute ein Gewicht von 1000 Pfund zu 3,6 Fuß erhoben, und da wir gefunden haben, daß unsere Mühle, wenn sie täglich 8 Stunden im Gange ist, ein Gewicht von 1000 Pfund 218 Fuß hoch in der Minute hebt, so kommt ihre Wirkung der täglichen Arbeit von 61 Menschen gleich."

In den Heften der Berliner Akademie auf das Jahr 1756 steht eine Abhandlung von Euler über die Theorie der Windmühlen. Er findet, daß der Flügel mit der Achse der Welle in der dieser zunächst liegenden Stelle einen Winkel von 54° 44′, und an seinem äußersten Ende einen Winkel von 80° bilden muß, und daß die Geschwindigkeit des äußersten Endes des Flügels sich zu der des Windes wie 2 + : 1 verhalten muß.

Außerdem lese man auch noch einen Aufsatz von Lambert in den Heften der Berliner Akademie vom Jahre 1775 nach.

Die Abmessungen der Windmühlflügel, ihre Gestalt, die Art und Weise, sie zu richten, die Mittel, um die Segel auf- und einzuziehen, sind Aufgaben, welche die Aufmerksamkeit der Gelehrten und Künstler aller Zeiten auf sich gezogen haben.

Man kann darüber noch folgende Werke nachsehen:

Leupold, Theatrum machinarum.

Beier, Theatrum machinarum molarium, oder Schauplatz der Mühlenbaukunst, vermehrt durch Weinhold. Dresden 1788, in Fol.

Strada, Variae et faciles molendina construendi inventiones. Frankfurt 1617 und 1629, in Fol.

Theatrum machinarum novum etc., von Gregor Andreas Böckler, vom Jahre MDCLXII. (In diesem Werke findet man mehrere der von Strada beschriebenen Maschinen. Böckler gab außer diesem noch ein Werk in Folio unter dem Titel: Architectura curiosa nova, heraus, in welchem man mehrere, ihrer verschiedenen Gestalten wegen merkwürdige Springbrunnen findet.)

Scopp, Schauplatz des mechanischen Mühlenbaues. Frankfurt 1766 in 4.

Fast alle diese Sammlungen von Maschinen bieten einzelne Verschiedenheiten für Windmühlen dar.

Außerdem findet man noch die Beschreibung zweier Windmühlen, welche Aufmerksamkeit verdienen, in den Annales des arts et manufactures, No. 20 und No. 41.

(L. 3.)

Verzy hat auf der Ausstellung der Erzeugnisse der Nationalindustrie im Jahre 1806 eine Dampfmaschine vorgezeigt, deren Bewegung fortgehend ist, und welche wir hier beschreiben wollen.

abcd sei der auf ihrer Achse C normale Querschnitt einer cylindrischen Röhre, deren Höhe dem Abstande gleich ist, in welchem eine andere in ihr stehende cylindrische Röhre efghi so angebracht ist, daß die Achsen beider Röhren in einander fallen, und daß die gekrümmte Oberfläche der innern Röhre sich genau an die beiden ringförmigen Platten anschließt, welche an der Wand der äußeren cylindrischen Röhre befestigt sind. Zwischen den Wänden beider Röhren entsteht hierdurch ein ringförmiger Kanal, dessen horizontaler Durchschnitt kebfhlmnke, und dessen Höhe gleich der der Platte mn ist, welche an der äußern Röhre befestigt ist, und die den Kanal in zwei Theile trennt.

Die Grundfläche der inneren cylindrischen Röhre wird durch metallne Platten geschlossen, welche gegen den Deckel und den Boden der äußeren Röhre einen kleinen Rand bilden, und an der Achse C so befestigt sind, daß die innere Röhre sich frei um ihre Achse drehen kann, während die äußere fest stehen bleibt.

In der gekrümmten Oberfläche der innern Röhre sind auf entgegengesetzten Seiten des Durchmessers derselben zwei Oeffnungen ei und gh angebracht, welche dieselbe Breite und Höhe, wie der ringförmige Kanal haben. In denselben sind zwei Klappventile kei und ghl angebracht, die sich um ihre Achsen e und h drehen, und dazu dienen, diese Oeffnungen sowohl als den Kanal zu schließen, und zwar vermittelst zweier Federn epq und hrs, welche am oberen Theile der Spindeln angebracht sind, und deren Federkraft man beliebig vermehren oder vermindern

kann. Die Spindeln gehen über den Deckel hinaus, und an jeder derselben ist eine Kurbel angebracht, für welche die Richtung des Bugs durch die Linien **ek** und **hl** angegeben ist.

In der gekrümmten Wand der äußeren cylindrischen Röhre sind zwei kreisförmige Oeffnungen angebracht, durch deren eine vermittelst der Röhre **A** die Dämpfe eingeführt werden, während die andere vermittelst der Röhre **B** mit dem Condensator in Verbindung steht.

Denkt man sich nun, daß in der beschriebenen Einrichtung der Dampf durch die Röhre **A** einströme, so verhindert die Platte **mn** seinen Durchgang, während die beiden Seiten **ke** und **ei** des Klappventils ihm einerlei Oberfläche entgegenkehren; folglich verändert das Klappventil seine Lage nicht, und sein Rand legt sich gegen den Rand der einen Röhre mit einer Kraft, welche der ganzen von der Feder **epq** hervorgebrachten gleich ist, weshalb sich die innere cylindrische Röhre in der Richtung **abc** umdrehen muß. Bevor jedoch **ke** an der Einmündung der Röhre **B**, die mit dem Condensator in Verbindung steht, ankommt, hat die Warze des Krummzapfens, die sich in **h** befindet, das Hinderniß **0**, welches durch einen kleinen, an dem Deckel der äußern cylindrischen Röhre befestigten Stift gebildet ist, getroffen, wodurch das Klappventil **ghl** nach der inneren Seite zu gedreht wird, und an der festen Platte **mn** ohne Schwierigkeit vorbeigeht, so daß, wenn es sich wieder in seiner frühern Stellung befindet, **kp** vor der Oeffnung **B** vorübergegangen ist, sich in dem Theile **keblrfp** des Kanals ein leerer Raum bildet, und die Maschine sich in der in der Zeichnung dargestellten Lage befindet, nur daß die innere Röhre einen halben Umgang gemacht hat. Die Wirkung des Dampfes wird der Welle **C** eine fortgehende drehende Bewegung mittheilen, welche man zu beliebigen Zwecken benutzen kann.

In England hat man schon vor langer Zeit solche Maschinen erbaut, deren Beschreibung man in dem **Repertory of arts and manufactures** findet.

(M. 3.) (Grund- und Aufriß.)

Panemone. Diese Maschine bezweckt die unmittelbare Verwandlung der geradlinigen Bewegung des Windes in kreisförmige, und ist eine für jede Richtung des Windes passende, mehr sinnreiche als anwendbare Maschine.

ACEG sei der größte wagerechte Querschnitt einer Kugel, deren Halbmesser **AL** ist, und **APEP′** die Projection eines Kreises, dessen Ebene die des vorgedachten Querschnitts in dessen Durchmesser **AE** schneidet. Auf einer auf der oberen Seite der Ebene des erstgedachten Kreises lothrechten Ebene ziehe man die beiden Durchmesser **AE** und **CG** auf einander normal, und auf der unteren Seite derselben Ebene die beiden Durchmesser **BF** und **HD**, die also mit den vorgedachten Linien Winkel von 45° einschließen.

Oberhalb der Ebene des wagerechten Querschnittes sind vier Trichter angebracht, welche durch die gekrümmten Oberflächen von Kegeln gebildet werden, deren Spitzen in **E**, **G**, **A** und

C liegen, und deren Grundflächen durch krumme Linien von doppelter Krümmung begrenzt werden, von denen jede entsteht, wenn die Oberfläche der Kugel von der gekrümmten Oberfläche eines senkrechten cylindrischen Körpers geschnitten wird, welcher den wagerechten Querschnitt der Kugel nach einer krummen Linie wie L und F schneidet, und deren Tangenten LE und FE, übrigens aber Theile der Kugelfläche sind, welche zwischen den wagerechten Schnitten durch den Mittelpunkt der Kugel, und den beiden lothrechten, deren wagerechte Projectionen AE und CG sind, liegen.

Auf der untern Seite des wagerechten Schnittes sind noch vier Trichter angebracht, die nach demselben Grundsatze gebildet sind; die Spitzen der Kegel liegen in B, D, F und H.

Die krummen Linien Le′F sind nach den Grundsätzen der beschreibenden Geometrie verzeichnet worden. Man hat nämlich die Linie EM vom Scheitel E des Dreiecks LEF nach der Mitte von dessen Grundlinie gezogen, dann durch M, normal auf LF die Linie ME′ = ME gezogen, und hierauf einen Bogen Le′F beschrieben, der in F und L die beiden Seiten E′L und E′F des gleichschenkligen Dreiecks LE′F berührt. Durch beliebige Punkte wie N der Linie LF denke man sich zwei Linien gezogen, deren eine mit ME′ parallel ist, und deren Endpunkt n′ in dem vorgedachten Kreisbogen liegt; die andere Nn aber ist mit ME parallel und der vorigen gleich, und der Endpunkt n dieser Linie ist ein Punkt in der zu verzeichnenden krummen Linie Le′F.

(N. 3.) Tafel X.

Durchschnitt nach der Höhe, und zwei Grundrisse, der eine (a) nach der Linie cc′ im Durchschnitt, der andere (b) nach der Linie dd′ in demselben.

Danaïde des Herrn Marquis Mannoury d'Ectot.

Diese Maschine kann, wie Petit sehr richtig bemerkt, zu den Wasserrädern gerechnet werden. Sie besteht aus einem cylindrischen hölzernen Gefäße ncdd′c′n, dessen Boden in der Mitte eine kreisförmige Oeffnung rr hat. [Man sehe den Durchschnitt und den Grundriß (b).] Durch diese Oeffnung geht eine eiserne Welle pq, welche oben durch ein Halsband gehalten wird, und unten auf einem Zapfen steht, so daß sie sich um ihre Achse drehen, und das Gefäß zugleich in eben solche Bewegung setzen kann, indem dies an der Welle vermittelst vier eiserner Arme befestigt ist, von denen man zwei cc′ und ee′ im Grundriß (a) und die beiden anderen dd′ und ff′ im Grundrisse (b) sieht. Die Welle, deren Achse mit der des Gefäßes zusammenfällt, füllt die mit ihrem Querschnitte aus einerlei Mittelpunkte beschriebene Oeffnung rr, durch welche sie geht, nicht ganz aus, sondern es bleibt um dieselbe eine ringförmige Oeffnung, durch welche das einströmende Wasser wieder abfließen kann. Eine kreisförmige Scheidewand ss, welche an der stehenden Welle pq, und an den Kreuzarmen cc′ und ee′ dicht unter diesen be-

festigt ist, theilt das Gefäß in zwei gleiche Theile ncc'n', und cdd'c', welche nur durch die ringförmige Oeffnung zwischen der kreisrunden Scheidewand und der innern Seite der Wand des Gefäßes mit einander in Verbindung stehen. Der untere Theil cdd'c' ist durch eben so viele Scheidewände t in acht Fächer abgetheilt, von denen vier von der Welle pq bis zur Wand des Gefäßes gehen, vier aber nicht bis zur Welle reichen, um den Zugang zur Oeffnung rr nicht zu sehr zu verengen. Die gedachten ebenen Scheidewände gehen von der kreisförmigen Scheidewand bis zum Boden des Gefäßes. Das Wasser fließt in den obern Theil des Gefäßes durch eine Leitröhre B, welche sich auf eine solche Weise krümmt, daß das Wasser durch die Oeffnung x [Durchschnitt und Grundriß (a)] in Gestalt eines Mantels ausströmt, der in seiner ganzen Höhe gegen die hohle Oberfläche dieses Theiles tangential stößt, das Gefäß in Bewegung setzt, durch die ringförmige Oeffnung zwischen der Scheidewand ss und der inneren Oberfläche der Wand des Gefäßes in die untere Abtheilung hinabfällt, die oben erwähnten Fächer anfüllt, und endlich durch die Oeffnung rr in die Abflußröhre R gelangt. Der Erfinder hat die beschriebene Maschine in verschiedenen Manufacturen mit dem größten Erfolge angewendet. Vor kurzer Zeit nahm er noch eine Verbesserung daran vor, welche darin besteht, anstatt der ebenen Scheidewände t, andere anzubringen, die nach Schraubenlinien gebogen sind, und die aufwärts bis zum oberen Rande nn' des Gefäßes durch die in der Mitte vorhandene ringförmige Oeffnung in die Höhe gehen. Bei der Gestalt, welche er diesen neuen Scheidewänden giebt, kann der obere Rand nn', welcher nur das Ausbreiten des Wassers nach oben zu verhindern soll, wegbleiben, und es scheint, als ob durch diese letztere Abänderung der Verlust an lebendiger Kraft beträchtlich vermindert worden sei.

(O. 3.) Tafel X.

Maschine des Herrn Cagniard-Latour.

Diese Maschine besteht aus zwei Gefäßen A und B, von denen das eine mit Wasser von gewöhnlichem Wärmegrade, das andere aber mit Wasser von wenigstens 75 Graden nach dem hunderttheiligen Thermometer angefüllt ist. Im ersten Gefäße liegt eine archimedische Schnecke C, im zweiten aber ein Rad mit Zellen D; eine Röhre abcdef geht vom Boden des ersten Gefäßes bis zu dem des zweiten.

Wenn man die Schnecke nach einer Richtung dreht, welche derjenigen, bei der das im (ersten) Gefäße enthaltene Wasser durch sie erhoben würde, entgegengesetzt ist, so muß die atmosphärische Luft in derselben niedersteigen; diese Luft tritt dann in die Verbindungsröhre und strömt durch die Oeffnung f aus. Es möchte fast überflüssig sein zu erwähnen, daß der lothrechte Abstand der Ausmündung vom Wasserspiegel im Gefäße B kleiner sein müsse, als der der Einmündung a vom Wasserspiegel im Gefäße A. Die auf diese Art bis zum Boden

des mit warmem Wasser angefüllten Gefäßes geführte kalte Luft dehnt sich hier aus, tritt in die Zellen, deren offene Seite nach unten gekehrt ist, und bringt im Rade **D** eine drehende Bewegung hervor.

Carnot sagt in einem dem (National-) Institute am 8. Mai 1809 über die fragliche Maschine erstatteten Bericht Folgendes: „Der Effect der von Cagniard ausgeführten Maschine ist der, daß vermittelst eines um die Welle eines Rades gelegten Seiles ein Gewicht von funfzehn Pfund mit einer gleichförmigen lothrechten Geschwindigkeit von 1 Zoll in der Secunde gehoben wird, während die auf die Bewegung der Schnecke angewandte Kraft nur drei Pfund bei derselben Geschwindigkeit beträgt. Durch die Wärme wird daher die gewöhnliche Wirkung der bewegenden Kraft verfünffacht."

„Es läßt sich leicht einsehen, daß, weil die bewegende Kraft verfünffacht wird, man einen Theil der wirklich vorhandenen bewegenden Kraft dazu anwenden kann, die zuerst erwähnte bewegende Kraft zu ersetzen, und daß dann noch das Vierfache von dieser nach Belieben benutzt werden kann. Dies ist wirklich in Cagniards Maschine der Fall," wie in der oben bezeichneten Figur ausgedrückt ist.

Die archimedische Schnecke ist, auf diese Weise gebraucht, eine der besten bekannten Arten von Gebläsen; man findet sie auf diese Art benutzt zu Clichy in einer Bleiweißfabrik angewendet. Die Schnecke hat 4 Fuß Durchmesser und ist 5 Fuß lang.

(P. 3.) Tafel X.

Man versteht unter Hebezeug oder Hebegeschirr eine Maschine, in welcher vermittelst einer wagerechten Welle eine Last erhoben wird, entweder mit Hülfe einer Handrolle, oder eines mehr oder weniger zusammengesetzten Flaschenzuges. Maschinen dieser Art geben eine allgemeine Auflösung der Aufgabe, von welcher im gegenwärtigen §. 3. die Rede ist.

Hier ist von einem Hebezeuge die Rede, in welchem das erforderliche Verhältniß der Geschwindigkeiten nicht durch einen Flaschenzug erlangt wird, sondern dadurch, daß man anstatt einer gewöhnlichen cylindrischen Welle eine andere anbringt, welche auf verschiedenen Theilen ihrer Länge verschiedene Durchmesser hat. Ein Seil **ABDCE** ist einigemal um den Theil **A** der Welle geschlungen, geht über die Handrolle **B**, und dann um die bewegliche Rolle **D**, an welcher die Last **P** hängt, läuft dann wieder in die Höhe, darauf um eine andere Handrolle **C** und endlich einigemal um den anderen Theil **E** der Welle, jedoch in einer Richtung, die der, nach welcher es um den Theil **A** geschlungen, entgegengesetzt ist, so daß hierdurch, wenn man die Welle herumdreht, das Seil sich auf den Theil **A** aufwickelt, während es sich von dem Theile **E** abwickelt. Die Kraft wird am Ende der Einsteckarme **I** angebracht. Man sieht leicht, daß bei jeder Umdrehung der Welle das Gewicht **P** einen Raum durchlaufen muß, wel-

cher der Hälfte des Unterschiedes der Umfänge beider Cylinder **A** und **E** gleich ist, und diesen Unterschied kann man beliebig gering machen.

Im 19. Bande der Annales des arts et manufactures findet man Seite 305 die Beschreibung einer doppelten Erdwinde, bei welcher die gedachte Einrichtung in Anwendung gebracht worden ist.

§. 4.

Die geradlinige fortgehende Bewegung mit gleichförmiger, oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit soll in eine kreisförmige wiederkehrende Bewegung verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder beständig, oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist; die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

(A. 4.)

Wenn man die geradlinige fortgehende Bewegung durch eins der in §. 3. angegebenen Mittel in kreisförmige fortgehende verwandelt, so gehören alle in §. 9. angeführten Beispiele hierher.

(B. 4.)

Perrault, Mitglied der Akademie der Wissenschaften (Recueil des Machines approuvées par l'Académie des sciences. Band I. Nr. 9 und 10.), schlägt vor, ein herabfallendes Gewässer zur Bewegung einer Pendeluhr zu gebrauchen. Obgleich wir seine Meinung über die Nützlichkeit und Vortrefflichkeit seiner Maschine nicht theilen, so wollen wir doch die Vorrichtung angeben, deren er sich zur Verwandlung der geradlinigen Richtung der bewegenden Kraft in kreisförmige wiederkehrende Bewegung bedient.

Das aus c fließende Wasser fällt in den kleinen Kasten d, welcher sich um die Achse einer Welle m dreht, und durch eine in seiner Mitte angebrachte Scheidewand in zwei gleiche Theile getheilt ist. Wenn der Boden ab sich in wagerechter Lage befindet, so wird der einfallende Strahl durch die Scheidewand ebenfalls in zwei gleiche Theile getheilt, bei jeder andern Lage strömt aber das Wasser in die am höchsten liegende Abtheilung. Bei der in der Figur dargestellten Lage strömt das Wasser in die Abtheilung der Seite b; der Kasten dreht sich, wenn dieser Theil voll ist, um die Achse der Welle, bis er gegen das Hinderniß f stößt, und gießt das Wasser, dessen Gewicht seine Bewegung hervorbrachte, aus. Während derselben Zeit füllt sich die andere Abtheilung; der Kasten wird dadurch wieder in seine ursprüngliche Lage zurück-

gebracht, indem er auf das Hinderniß g trifft, und die Bewegung geht nun wieder in der ersten Art vor sich.

(C. 4.)

Aufgabe. Eine wiederkehrende kreisförmige Bewegung in geradlinige wiederkehrende zu verwandeln.

AB sei ein Hebel, welcher sich um **C** drehen, **FG** eine Stange, die frei auf- und niedergehen kann, und deren Seiten mit Zähnen versehen sind, welche die Form von denen eines Sperrrades haben; **DE** und **DE** sind zwei kleine Stangen, die sich um ihre Achsen **D** und **D** drehen, und deren Enden **E** und **E** mit zwei kleinen Walzen versehen sind, welche in die Zähne der vorgedachten Stange greifen. Durch eine kreisförmige wiederkehrende Bewegung des Hebels **AB** wird dann die Stange aufwärts getrieben. Perrault, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, wendete eine dieser sehr ähnliche Einrichtung bei einer zur Erhebung von Lasten bestimmten Fußwinde an. (**Recueil des Machines approuvées par l'Académie.** Band **I.** Nr. **1.**)

(D. 4.)

Ein Schiff, welches durch ein hinreichend langes Tau in der Mitte eines Flusses verankert ist, geht vermöge seines Steuerruders mit kreisförmiger wiederkehrender Bewegung von einem Ufer zum andern. Diese Einrichtung ist sehr bekannt und wird häufig gebraucht.

(E. 4.)

Ein Kreisausschnitt, über welchem sich ein Segel (oder Flügel) befindet, und der ein System bildet, dessen Schwerpunkt bedeutend tiefer, als der Mittelpunkt des Schwunges liegt, (welches man durch ein Gegengewicht erlangt,) kommt, sobald der Wind gegen das Segel stößt, in fortdauernde schwingende Bewegung. Dies Mittel zur Benutzung der Wirkung des Windes ist schon oft vorgeschlagen worden und man findet Modelle der Art in der Modellkammer zu Paris, und eine Beschreibung davon in dem Werke von Alexander Mabyn Bailey, welches die Beschreibung der der Gesellschaft zur Aufmunterung der Künste zu London vorgelegten Maschinen enthält. In demselben Werke (Band **I.** Seite **154**) findet man auch die Anwendung dieser bewegenden Kraft auf eine von Merryman angegebene Maschine.

Alle Maschinen, welche dazu dienen, vermittelst einer schwingenden oder wiederkehrenden kreisförmigen Bewegung, die der Maschine durch eine von Außen darauf wirkende beliebige Kraft mitgetheilt wird, Wasser zu erheben, wie z. B. diejenigen, welche im **Journal des mines**, Nr. **66** beschrieben sind, gehören in diesen vierten Paragraphen.

Im **Bulletin de la Société d'Encouragement** vom Monat August **1811**, Nr. **86**, findet man die Beschreibung einer Maschine, welche hydraulisches Pendel benannt, und von

Boitias, adjudant-garde du génie zu Charlemont, angegeben wurde. Molard drückt sich in seinem Berichte über diese Maschine, den er der Societät im December 1808 erstattet, und der in Nr. 54 des siebenten Jahrganges des Bülletin abgedruckt ist, folgendermaßen aus: „Was das hydraulische Pendel betrifft, so darf dies nicht mit einer von Belidor unter demselben Namen beschriebenen Maschine, durch welche ebenfalls Wasser erhoben werden soll, verwechselt werden. Jenes ist ein einfaches Pendel, welches seine schwingende Bewegung durch einen einfließenden Wasserstrahl und mit Hülfe eines Gegengewichtes erhält."

„Deshalb hat der Erfinder am untern Ende des Pendels eine sehr große, um einen Zapfen drehbare Schaufel angebracht, welche abwechselnd in lothrechte und in wagerechte Lage kommt. In der ersten Lage wird sie vom Strahle getroffen und folgt dem dadurch hervorgebrachten Stoße, in der zweiten aber giebt sie dem Gegengewichte nach, welches dieselbe in ihre ursprüngliche Lage zurückführt, wo alsdann eine neue Schwingung beginnt."

§. 5.

Die geradlinige fortgehende Bewegung mit gleichförmiger, oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlicher Geschwindigkeit soll in eine fortgehende Bewegung nach einer gegebenen krummen Linie verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die wie die vorige entweder beständig, oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist; die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine, oder in verschiedene Ebenen fallen.

Man verwandelt die fortgehende geradlinige Bewegung durch die in §. 3. angegebenen Mittel in fortgehende kreisförmige, und alle in §. 10. angegebene Vorrichtungen geben dann die Auflösung der Aufgabe.

§. 6.

Die geradlinige fortgehende Bewegung mit gleichförmiger, oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlicher Geschwindigkeit soll in eine wiederkehrende Bewegung nach einer gegebenen krummen Linie verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die wie die vorige entweder beständig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist; die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

Die geradlinige fortgehende Bewegung kann durch die in §. 3. angegebenen Mittel in kreisförmige fortgehende verwandelt werden, und dann geben alle §. 2. angeführte Mittel, zur Verwandlung der Bewegung, Auflösungen dieser Aufgabe.

§. 7.

Die kreisförmige fortgehende Bewegung mit gleichförmiger oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlicher Geschwindigkeit soll in eine wiederkehrende geradlinige Bewegung verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder beständig, oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist; die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

(A. 7.)

ABCD (Tafel **2.**) sei ein Rad, welches sich um die durch seinen Mittelpunkt **C** gehende Achse in der Richtung **ABDE** mit gleichförmiger Geschwindigkeit herumdreht; **mn** sei eine Schiene, welche sich nur in der Richtung ihrer Länge bewegen kann, und deren einer Endpunkt **m** stets mit der gekrümmten Oberfläche einer Hervorragung in Berührung bleibt, welche auf der Seitenfläche des Rades angebracht ist; das andere Ende **n** der Schiene muß dann eine bestimmte Anzahl Hin- und Hergänge von einer gegebenen Länge machen, während es nach jeder Umdrehung des Rades zu dem Anfangspunkt wieder zurückkommt, wobei seine Geschwindigkeit gleichförmig, oder nach einem gewissen Gesetze veränderlich, oder endlich ganz willkührlich sein kann.

Wenn die Geschwindigkeit gleichförmig ist, oder von irgend einem gegebenen Gesetze abhängt, so sind die deshalb zu verzeichnenden krummen Linien leicht aufzutragen. Man kann darüber einen Aufsatz von Deparcieux nachsehen, welcher die Art und Weise behandelt, auf mechanischem Wege die krumme Linie zu verzeichnen, die in solchen Maschinen erforderlich ist, vermittelst derer Hebel und Wagebäume in Bewegung gesetzt werden sollen, und der in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften auf das Jahr 1747 abgedruckt ist.

Wenn das Verhältniß der Geschwindigkeiten willkührlich ist, so giebt es eine unendliche Menge von Linien, welche den Bedingungen der Aufgabe genügen können, und entweder Umringe geradliniger Vielecke oder wirkliche krumme Linien sind. Da jedoch die Umfänge geradliniger Vielecke zu spitze Winkel geben, so verdienen die stetigen krummen Linien den Vorzug, und von den letzteren sind vorzüglich diejenigen auszuwählen, welche mehr stumpfe Winkel bilden. Zu dem Ende muß man die Geschwindigkeit für den Augenblick, in welchem die Bewegung ihre Richtung verändert, verringern, und die krummen Linien so weit als möglich vom Drehpunkte zu entfernen suchen, mithin dem Querschnitte (der Welle oder der Scheibe) den größten Halbmesser geben, den die Umstände nur irgend erlauben.

Beispiel. Soll während der Umdrehung des Rades **ABDE** das Ende **n** der Stange **mn** dreimal hin- und hergehen, und zwar das erste Mal, während der Punkt **A** den Bogen von **0** bis **5**, und dann den von **5** bis **9**; das zweite Mal, wenn der Punkt **A** den Bogen von **9** bis **10**, und dann den von **10** bis **13**, und das dritte Mal, wenn derselbe Punkt den Bogen von **13** bis **19**, und dann den von **19** bis **24** durchläuft; soll ferner die Bewegung der Stange gleichförmig sein, so theilt man den Weg, den der Punkt **n** durchlaufen muß, (und den wir der größern Deutlichkeit wegen oberhalb der Figur [**A. 7**] durch die ausgezogene gebrochene Linie dargestellt haben,) in gleiche Theile, womöglich so, daß die höchsten und niedrigsten Punkte der Linie in diese Theilpunkte fallen. In der Figur ist der von dem einen Ende der Stange zu durchlaufende Raum, und eben so die Kreislinie **ABDE** in vier und zwanzig gleiche Theile getheilt, und durch die Theilungspunkte der letzteren sind Halbmesser nach dem Mittelpunkte gezogen. In einiger Entfernung von diesem Kreise nimmt man für den Punkt **5**, welcher der höchsten vom Punkte **n** zu erreichenden Lage entspricht, einen andern Punkt an, woraus sich die Länge der Schiene **nm** ergiebt; befindet sich das eine Ende der letzteren in **0**, so liegt ihr anderes **m** in **a**, einem Punkte der krummen Linie. Trägt man den Abstand **01** von **a** nach **r** ab, und beschreibt mit dem Halbmesser **Cr** aus **C** einen Kreisbogen **rq**, so ist **q** ein Punkt in derjenigen krummen Linie, welche so beschaffen ist, daß, wenn der Theilpunkt **1** des Umringes sich in **A** befindet, das Ende **n** der Stange im Punkte **1** (**fig. a**) seines Weges liegt. Auf diese Weise ist die ausgezogene krumme Linie **aqbcdefa** verzeichnet worden, welche den Bedingungen der Aufgabe Genüge leistet.

Nebenbei ist noch in der Zeichnung ein Stück **s′c′d′t′** der krummen Linie angegeben, welches eben so gut wie das Stück **scdt** der Bedingung entspricht, daß die Bewegung der Stange gleichförmig sei; um zu zeigen, daß man die Winkel stumpfer machen kann, wenn es möglich ist, der ganzen Figur mehr Ausdehnung zu geben.

Wenn die Aufgabe kein Gesetz über die Geschwindigkeiten vorschreibt, so erfüllt offenbar das geradlinige Vieleck **abcdefa** die Bedingungen; da aber in der wirklichen Anwendung die spitzen Winkel nicht die passendsten sind, so zieht man die krummlinigen Vielecke vor. Dasjenige Vieleck, welches auf der Ebene des Kreises punktirt ist, hat stumpfere Winkel, wie das durch die ausgezogene Linie dargestellte krummlinige und der Gang des Endes **n** der Schiene ist durch die Zahlen angedeutet, welche durch die verschiedenen Lagen eines Endes in der gebrochenen Linie **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6** u. s. w. (**fig. a**) bezeichnen.

Es bedarf nur einiges Nachdenkens und einiger Uebung, um in jedem Falle die krumme Linie zu finden, welche den Bedingungen der Aufgabe Genüge leistet, und durch welche die in Maschinen so nothwendige Regelmäßigkeit des Ganges erlangt wird.

Wenn die Geschwindigkeiten nicht von einem gegebenen Gesetze abhängen, so kann man die Figur aufzeichnen, ohne vorher den Umring in gleiche Theile zu theilen; allein es ist fast immer bequemer, diese Theilung vorzunehmen. Uebrigens ist es überflüssig zu bemerken, daß, wenn die krumme Linie gegeben ist, die Lage des Endes der Schiene sich leicht bestimmen läßt, sobald einer der Punkte des Umfanges sich in ihrer Richtung befindet.

Die hier allgemein aufgelöste Aufgabe kann man auch umkehren, indem man das Rad durch eine Feder oder durch ein Gewicht in drehende Bewegung setzen läßt.

Beim Kunstdrechseln wendet man diese Aufgabe häufig an, und nennt die auf der Scheibe **ABDE** verzeichnete krumme Linie die Rosette und die Schiene **nm** den Anlauf.

(B. 7.)

Es ist dies ein besonderer Fall von (A. 7.), in welchem man durch jede Umdrehung des Rades nur einen Hin- und Hergang mit gleichförmiger Geschwindigkeit erhält. Da die krumme Linie symmetrisch ist, und alle ihre Durchmesser gleich sind, so hat man diesen Umstand in der Figur benutzt, um die Schiene **ab** vermittelst zweier Stifte **m** und **n**, welche man, um die Reibung zu vermindern, mit zwei Rollen versieht, mit der krummen Linie in Verbindung zu setzen.

Die Bewegung der Wagen, vermittelst deren die Fäden von den Spulen in Hrn. Vaucanson's Zwirnmaschinen abgezogen werden, geschieht durch eine eben solche Vorrichtung, und man bedient sich derselben auch in verschiedenen Wasserhebungsmaschinen, um den Kolbenstangen eine gleichförmige Bewegung zu geben.

In Nr. 23 der **Annales des arts et manufactures** findet man die Beschreibung eines neuen, von einem Engländer Namens Antis verbesserten Rades zum Spinnen des Flachses und Hanfes, dem die Londoner Gesellschaft zur Aufmunterung der Künste einen Preis zuerkannt hat, und bei welchem ebenfalls die herzförmige Curve angewendet wurde.

(C. 7.) (Grund- und Aufriß.)

ABC sei eine metallene Platte, in welchen die Schlitze **ab**, **cd** u. s. w. angebracht worden sind; hinter derselben befindet sich in einem geringen Abstande eine andere Platte **NM**, in welcher man den durch die doppelt punktirte Linie angedeuteten spiralförmigen Schlitz angebracht hat, dessen Verzeichnung auf demselben Grundsatze, wie die der vorerwähnten herzförmigen Curve (fig. B. 7.), beruht. Es ist klar, daß, wenn man kleine cylindrische Stifte **rs** durch die Stellen, in welchen die geradlinigen und die spiralförmigen Schlitze einander schneiden, gehen läßt, und die hintere Platte herumdreht, alle gedachte cylindrische Stifte sich vom Mittelpunkte der Platte um gleich viel entfernen, oder sich ihm nähern müssen. Bringt man nun an

diesen Stiften noch die Arme sn in der Richtung der Halbmesser an, und macht jeden Arm so lang, daß die Enden n sämmtlicher Arme sich in dem Umfange eines Kreises befinden, dessen Mittelpunkt der der Platte ist, so ist klar, daß die Enden n dieser Arme, sowohl wenn sie sich dem Mittelpunkte nähern, als auch wenn sie sich von ihm entfernen, sich immer in einem mit dem anfänglichen Kreise concentrischen Kreise befinden müssen. Zwei solche sich gleiche Vorrichtungen können, wie in der Figur angegeben ist, über einander angebracht werden, und man kann dann die Enden n der Arme durch Stangen mn mit einander verbinden, die eine Art von Trommel bilden, und deren Durchmesser durch die gleichzeitige Umdrehung der Platten, in welchen sich die spiralförmigen Schlitze befinden, nach Willkühr vergrößert oder verkleinert werden kann. Eine solche ist die Vorrichtung, deren sich die Engländer bei Drechselbänken und anderen Maschinen, in denen man das Verhältniß der Kraft zum Widerstande nach dem Bedürfnisse, und fast in einem Augenblicke, verändern muß, bedienen.

Man kann hierüber nachsehen: **The repertory of arts and manufactures**, Band **XVII.** Seite **11**; **Specification of the patent granted to Richard Brayshay etc., for a machine for the purpose of gaining an increased speed and power to all mecanical operation, by land and water; dated october 30, 1801**; Nr. **71** der **Annales des arts et manufactures** von R. O'Reilly.

(D. 7.)

AB sei ein in seinem Umfange mit Zähnen von beliebiger Gestalt versehenes Rad, gegen dessen Zähne die Schiene ab durch ein Gegengewicht oder durch eine Feder beständig gedrückt wird. Diese Schiene kann in zwei Scheiden c und d nur so gleiten, daß ihre Richtung auf der Ebene des Rades stets normal ist, wodurch der Schiene, wenn man das Rad umdreht, eine geradlinige wiederkehrende Bewegung mitgetheilt wird, welche man dem Bedürfnisse gemäß einrichten kann. Die Verzeichnung der Zähne ist nach dem, was wir darüber unter (**A. 7.**) angeführt haben, durchaus keiner Schwierigkeit unterworfen.

Zureda hat diese Einrichtung auf eine glückliche Weise in seiner Maschine zum Durchstechen der Lederstücke zu Kardätschen angewendet, auch hat man sich derselben Einrichtung noch neuerlich in einer Maschine zur Anfertigung von Fischnetzen bedient.

Leupold wendet in seinem **Theatrum machinarum hydraulicarum**, Band **II.**, Tafel **36**, **fig. 3**, dieselbe Einrichtung auf die Bewegung von Pumpenstangen an. An der stehenden Welle eines horizontalen Wasserrades befindet sich auch noch ein wagerechtes Kronrad, auf dessen Kranze sieben Erhöhungen angebracht sind, welche eben so viele schiefe Ebenen bilden, und deren Grundlinien der Theilung beinahe gleich sind. An den Kolbenstangen sind Hebelatten angebracht, welche mit Frictionsrollen versehen sind und auf den Zähnen des Kronrades liegen. Auf diese

Weise erhält man für jede Umdrehung des Wasserrades sieben Aufgänge und sieben Niedergänge des Kolbens, oder sieben Wechsel.

(E. 7.)

In einem Punkte der kreisförmigen Oberfläche der sich um ihre Achse drehenden Scheibe **A** sei ein Stift (oder eine kleine Warze) angebracht, welcher in den Schlitz **nm** eines Hebels **PQ** greift, dessen Drehachse durch **P** geht. Hierdurch wird die fortgehende kreisförmige und gleichförmige Bewegung der Scheibe in kreisförmige wiederkehrende verwandelt, wobei jedoch die Enden **P** und **Q** des Hebels keine gleichförmige Geschwindigkeit haben, weshalb denn die Einrichtung zu §. **9** gehört. Wenn man aber an dem Ende **P** den gezahnten Kreisbogen **ST** anbringt, und diesen in die gezahnte Stange **NM** greifen läßt, so erhält man eine ungleichförmige geradlinige wiederkehrende Bewegung, und diese gehört zu §. **7**.

Vermittelst der festen Rolle **G** und des in **Q** befestigten Seiles **QGH**, an welchem das Gewicht **H** hängt, erhält man eine ungleichförmige geradlinige Bewegung.

Da der Schlitz **pq** im Hebel **PQ**, und die Rinne **st** in der festen Schiene **Xy** einander schneiden, so kann man in dem Durchschnittspunkte beider einen kleinen cylindrischen Stift anbringen, der dann eine ungleichförmige geradlinige wiederkehrende Bewegung erhält.

In den **Annales des arts et manufactures**, Band **XV.**, Seite **119**, findet man diese Bewegung auf die Vervollkommnung der Maschinen angewendet, deren man sich zum Abrunden der Zähne der Räder bedient.

(F. 7.) (Grund= und Aufriß.)

A ist ein Rad, dessen Umfang nur zum Theil mit Zähnen versehen ist, und das sich immer nach derselben Richtung um eine feste Achse dreht; **BC** ist ein Rahmen, in welchem zwei einander entgegengesetzte Seiten ebenfalls mit Zähnen versehen sind, und an dessen Enden sich noch die Stangen **BS** und **CT** so angebracht befinden, daß Rahmen und Stangen als ein einziges Stück anzusehen sind. Diese Stangen gehen durch die Scheiden **nm** und **pq**, so daß ihnen sowohl als dem Rahmen durch die kreisförmige Bewegung eines Rades **A** eine geradlinige wiederkehrende Bewegung mitgetheilt werden kann. Auch läßt sich durch eine kleine Veränderung der Bauart der Rahmen, welcher die beiden gezahnten Stangen enthält, an einer einzigen Stange befestigen.

Wenn die Zähne des Rades unendlich klein wären, so müßte genau die Hälfte von dem Umfange des Rades mit Zähnen versehen sein, die andere Hälfte aber keine haben; eben so müßte denn auch die Länge jeder der beiden gezahnten Stangen dem halben Umfange des Rades, in welchem man den Sitz der bewegenden Kraft annimmt, gleich sein, und die Enden derselben

müßten von den innern Seiten der kürzeren Schenkel gleich weit entfernt sein. Jedoch im entgegengesetzten, dem einzigen in der Wirklichkeit vorkommenden Falle ist der mit Zähnen versehene Theil des Umringes des Rades kleiner, wie der andere, und die gezahnten Theile der Stangen haben mit dem mit Zähnen versehenen Theile des Rades gleiche Länge, und hören in ungleichen Abständen von den kürzeren Seiten des Rahmens auf. Die Anzahl der Zähne des Rades ist willkührlich, jedoch muß alles mit großer Genauigkeit gearbeitet werden.

Die Gestalt der Zähne des Rades, so wie die der Zähne der Stangen läßt sich leicht verzeichnen, wenn man sich der Vorschriften erinnert, welche Camus am Ende des zweiten Bandes seines Cours de Mathématiques darüber giebt [1]).

Hat man die Größe des mit Zähnen versehenen Theiles von dem Umfange des Rades, also auch die Länge des gezahnten Theiles der Stangen, und die Lage einer dieser letzteren, so bedarf es nur einiger Versuche, um der anderen eine solche Stellung zu geben, bei welcher die größtmögliche Wirkung erhalten wird. Rein theoretische Untersuchungen würden zu weit führen, ohne daß dadurch ein Vortheil für die Ausübung erhalten würde.

Man findet diese Anordnung zur Erzeugung einer wiederkehrenden Bewegung der Kolben in den von Auger (Machines approuvées par l'Académie des sciences de Paris, Band IV., Nr. 223.) vorgeschlagenen Pumpen angewendet.

Einige Beispiele der Verwandlung einer fortgehenden kreisförmigen Bewegung in geradlinige wiederkehrende, vermittelst eines nur in einem Theile seines Umfanges mit Zähnen versehenen Rades, und einer oder zweier gezahnter Stangen; so wie von der Verwandlung der fortgehenden kreisförmigen Bewegung in kreisförmige wiederkehrende findet man auch im Repertory of arts and manufactures, London, Band XII., Seite 145; in der Mécanique appliquée aux arts, aux manufactures, à l'agriculture, à la guerre, von Berthelot, Band I., Seite 79; Moulin à pédale, Band II., Seite 36; Machine à manège pour scier la pierre, Band II., Seite 40; Scie à débiter le bois.

Jacob Leupold behauptet im 12. Kapitel des ersten Bandes seines im Jahr 1724 in Leipzig gedruckten Theatrum machinarum generale fünf verschiedene Mittel angegeben zu haben, um fortgehende kreisförmige Bewegungen in wiederkehrende geradlinige zu verwandeln.

---

1) Man kann hierüber auch folgende Werke nachsehen:
Essai sur l'Horlogerie, von Ferd. Berthoud. Paris 1786, Band II. Seite 13.
Im vierten Bande der Encyclopädie den Artikel: Zähne.
Die Stelle in Le Paute: Traité d'horlogerie, welche von La Lande herrührt.
(Außerdem noch Eytelwein's Statik. Band I. Kap. X.)
A. d. Ueb.

Das erste dieser Mittel (man sehe Tafel 25, fig. 1 des eben angeführten Bandes) ist genau das von uns (F. 7.) angegebene. Das zweite (Tafel 25, fig. 2.) ist ganz dasselbe, nur daß die in unserer fig. (F. 7.) dargestellte Stange **TS** eine lothrechte Lage hat, und daß in den beiden gezahnten Stangen anstatt der Zähne kleine wagerechte Stöcke, wie Drehlingsstöcke, angebracht sind. Vermittelst der Stange **TS** wird die Kolbenstange einer Pumpe in Bewegung gesetzt (Ramelli hatte sich schon früher dieser Einrichtung bedient). Das dritte (fig. 3, Tafel 25) ist dem Wesen nach ebenfalls dem früher angegebenen gleich, nur ist anstatt eines nur in einem Theile seines Umfanges mit Zähnen versehenen Rades ein in einem Theile seines Umfanges mit Stöcken versehener Drehling angebracht, und die Zähne der gezahnten Stangen sind wellenförmig gebildet. Das vierte (fig. 4.) besteht in nichts weiterem, als in zwei lothrechten gezahnten Stangen, die nach einer Richtung getrieben werden, und die, vermittelst eines an ihrem obern Ende befestigten Seiles, an einer festen Rolle, über welche das Seil geht, hängen, so daß, wenn die eine in die Höhe geht, die andere durch ihr eigenes Gewicht herabsinkt. An einer wagerechten Welle befinden sich zwei Drehlinge, deren jeder nur auf einem Theile seines Theilrisses mit Stöcken versehen ist, und deren Welle so liegt, daß der eine der erwähnten Drehlinge die zugehörige gezahnte Stange hebt, während der andere durch den Druck eines Theiles der Stöcke des dazu gehörigen Getriebes nach unten zu gedrängt wird. Der Verfasser wendet diese Einrichtung im **II.** Bande seines im Jahre **1724** unter dem Titel **Theatrum machinarum hydraulicarum** erschienenen Werkes auf die Bewegung von Pumpenkolben an. (Man sehe Tafel 40, fig. 8.) Das fünfte endlich, wodurch der Verfasser die fortgehende kreisförmige Bewegung in wiederkehrende kreisförmige verwandelt, ist das von uns unter (**R. 9.**) angegebene Mittel, wenn **B** und **C** zwei Drehlinge sind, und **A** ein in einem Theile seines Umringes mit kleinen Stiften versehenes Rad. Leupold verwandelt außerdem noch die wiederkehrende kreisförmige Bewegung der Stange **de** in unserer Zeichnung nach der von uns unter (**D. 8.**) angegebenen Art in wiederkehrende kreisförmige, und bringt deshalb in der wagerechten Stange **de** eine Schraube ohne Ende an, welche in den Abschnitt eines mit Zähnen versehenen Kreisstückes greift, dessen Enden wagerecht verlängert werden, und an denen die Kolbenstangen zweier Pumpen hängen. Hieraus ergiebt sich, daß die fünf vom Verfasser angegebenen Einrichtungen eigentlich eine und dieselbe sind, und nur in der Form um etwas weniges von einander abweichen.

Wenn man eine der beiden gezahnten Stangen fortläßt, und das Rad in seinem ganzen Umfange mit Zähnen versieht, so kann man eine wiederkehrende kreisförmige Bewegung in eine wiederkehrende geradlinige verwandeln, von der unter (**M. 17.**) die Rede sein wird. Hierher gehört auch die Bewegung, deren man sich lange Zeit hindurch in der Maschine bediente, welche man in den Münzstätten mit dem Namen der Castaingschen bezeichnet, und die dazu dient,

die Schrötlinge zu rändern, welche man jedoch jetzt hinreichender Gründe wegen nicht mehr anwendet.

Um den Stillstand der Maschine zu verhüten, der zwar nur während einer sehr kleinen Zeit, aber dennoch immer in dem Augenblicke Statt findet, in welchem die Richtung der Bewegung in die entgegengesetzte übergeht, gab Doinet das eben so sinnreiche als einfache Mittel an, den Zähnen im Umfange des Rades **A** noch einen anderen, jedoch in einer anderen Ebene liegenden Zahn **a**, und eben so den Zähnen der gezahnten Stangen auch noch zwei andere Zähne **a'a'** hinzuzufügen, welche mit jenem in einerlei Ebene liegen. Die Wirkung des Zahnes **a** des Rades auf die beiden Zähne **a'a'** der gezahnten Stangen dient dazu, die Bewegung der Schiene **TS** in dem kleinen Zeitraume fortzusetzen, während dessen das Rad auf keine von den beiden gezahnten Stangen wirkt.

In dem schon bei (**E. 3.**) angeführten Werke von Böckler findet man die Verwandlung einer kreisförmigen fortgehenden Bewegung einer lothrechten Welle in wiederkehrende wagerechte, durch die (**T. 7.**) angegebene Einrichtung. An einer stehenden Welle befindet sich ein Drehling mit wagerechter Scheibe, dessen Stöcke in zwei Reihen von Stiften greifen, welche auf der inneren Seite eines Rahmens angebracht sind, und die Stelle der Zähne der Zahnstangen in der von uns mitgetheilten Zeichnung vertreten. Es ist zu bemerken, daß in **fig. 71** des Böcklerschen Werkes am Ende jeder gezahnten Stange an den entgegengesetzten Seiten des Rahmens ein längerer Stift angebracht ist, der wahrscheinlich dazu dienen soll, wenigstens zum Theil dem Uebelstande abzuhelfen, welcher aus dem, wenn auch nur für einen Augenblick Statt findenden Zustande der Ruhe entsteht, in welchem die Richtung der Bewegung in die entgegengesetzte übergeht. Der Verfasser verwandelt darauf noch die geradlinige wiederkehrende wagerechte Bewegung in die wiederkehrende geradlinige lothrechte, deren er zur Bewegung des Kolbens einer Pumpe bedarf, und zwar dadurch, daß er die erste zuvörderst in kreisförmige wiederkehrende und diese dann erst in geradlinige verwandelt. Hierzu bedient er sich einer unserer unter (**N. 7.**) angegebenen ähnlichen Einrichtung, und zwar auf folgende Art. Am Ende der Kolbenstange bringt er eine Schiene an, die bis zur Stirnfläche einer Welle oder der ebenen Seite einer Scheibe geht, deren Drehachse normal auf der lothrechten Ebene ist, welche durch den Kolben und durch die Mittellinie des Rahmens geht. An dem einen Ende des Rahmens bringt er außerdem noch eine andere Schiene an, die bis zum Ende eines andern Halbmessers der gedachten Welle oder Scheibe geht, welcher mit dem vorigen Halbmesser einen Winkel von 90° bildet. Diese Schienen können sich um ihre Enden frei drehen, eben so wie die Schiene **mn** in unserer **fig.** (**N. 7.**). Die Vorrichtung ist übrigens der ähnlich, welcher man sich bedient, um die wiederkehrende Bewegung eines Klingelzuges aus einem Zimmer in das andere zu leiten. Er macht dann davon noch andere Anwendungen.

(G. 7.) (Grund- und Aufriß.) Tafel III.

Man hat den Rahmen der vorhergehenden Vorrichtung etwas vergrößert, indem man die beiden gezahnten Stangen soviel verlängerte, daß sie bis zu den beiden kürzeren Seiten reichen, wo sie in Form von Halbkreisen zusammenlaufen; und dann hat man den ganzen Umfang des Rades mit Zähnen versehen. In diesem Falle muß man sich der beiden Querschienen ab und cd bedienen, damit der Rahmen am Ende jedes Wechsels etwas seitwärts nachgeben, und die Veränderung der Richtung des Angriffs des Rades leichter geschehen könne. Im Allgemeinen bietet diese Vorrichtung bei der Ausführung Schwierigkeiten dar, und sie scheint uns wenig geeignet zu sein große Wirkungen hervorzubringen.

In einem von Prony und Mollard am 15. Vendemaire des Jahres 3 über die dem Ausschusse für Domainen und Veräußerungen vorgelegten Entwürfe zur Wiederanlegung der Maschine zu Marly erstatteten Berichte findet man diese Vorrichtung in der von White vorgeschlagenen Maschine angebracht.

In dem schon angeführten Werke von Böckler: Theatrum machinarum novum etc., findet man diese Einrichtung angewendet, um die kreisförmige fortgehende Bewegung einer wagerechten Welle in geradlinige lothrechte wiederkehrende zu verwandeln, um den Kolben einer Pumpe in Bewegung zu setzen. Die Vorrichtung, deren er sich bedient, um dem Rahmen eine kleine Seitenbewegung mitzutheilen, scheint uns nicht nachahmungswürdig zu sein, an ihrer Stelle lassen sich jedoch eine Menge anderer Mittel angeben, von denen man einige in diesem Werke findet.

(H. 7.) (Grund- und Aufriß.)

Es ist dies nur eine Veränderung der (F. 7.) angegebenen Vorrichtung, indem jede der Zahnstangen nur einen Zahn oder Zapfen, und das Rad oder Getriebe ebenfalls weniger als vorher hat, weshalb anstatt der Zähne Arme angebracht sind, deren Enden von kleinen Frictionsrollen gebildet werden. Man sieht leicht, daß bei nach geraden Linien gebildeten Zähnen die wiederkehrende Bewegung im Rahmen mit ungleichförmiger Geschwindigkeit erfolgt; jedoch läßt sich dem Gesetze für diese Geschwindigkeit jederzeit dadurch leicht Genüge leisten, daß man den Zähnen eine angemessene Gestalt giebt.

Diese Einrichtung ist der (F. 7.) angegebenen bei solchen Maschinen vorzuziehen, in denen große Pressungen Statt finden, welchen die kleinen Zähne nicht widerstehen könnten. Die Ausführung der Maschine wird in diesem Falle weniger kostbar, und ihre Anordnung sowohl, als die darin vorkommenden Reparaturen sind ebenfalls leichter.

Eine Anwendung dieser Vorrichtung auf die Erbauung einer Steinschneidemaschine findet man Band I., Nr. 32 und 33 der Machines approuvées par l'Académie des sciences. Im

Traité de la gravure à l'eau forte der alten Encyclopädie findet man eine Maschine, in welcher man von eben dieser Vorrichtung Gebrauch gemacht hat.

(I. 7.)

A ist ein Rad, welches sich um seine Achse dreht; n und m sind zwei Scheiben, in denen die in Form eines T gebildete Stange PQRS hin und her gehen kann, und s ist ein durch den Schlitz pq reichender Stift oder Zapfen. Die kreisförmige Bewegung von A bringt in der Stange PQ eine wiederkehrende geradlinige Bewegung hervor.

Die geradlinige wiederkehrende Bewegung, welche im Anfange eine sehr geringe Geschwindigkeit hat, in der Gegend der Mitte jedes Hin- und Herganges jedoch bedeutend beschleunigt wird, läßt sich durch eine sehr einfache und leichte Vorrichtung erhalten, die ebenfalls nichts weiter als eine Veränderung der (F. 7.) angegebenen Vorrichtung ist.

In den Machines approuvées par l'Académie des sciences, Band I., Nr. 59, ist die fragliche Einrichtung auf eine Maschine zum Zerschneiden von Marmor angewandt. In den Webestühlen, in welchen mehrere Bänder zugleich gewebt werden, wendet man sie ebenfalls an, um das Weberschiff fortzutreiben, und eben so bedient man sich derselben in einer Art von Buttermaschine.

In dem zu London erschienenen Repertory of arts and manufactures, Band VIII., Seite 176, findet man, daß Edmund Bunting sich dieser Vorrichtung in einer Wäschrolle bedient, welche durch ein Pferd in Bewegung gesetzt wird, das eine stehende Welle dreht, an der oberhalb ein Getriebe angebracht ist, welches in ein horizontales Rad greift. Die kreisförmige fortgehende Bewegung dieses Rades wird durch das eben angegebene Mittel in wiederkehrende geradlinige verwandelt, und da die auf solche Weise bewegte Stange zu hoch liegt, so trägt der Erfinder ihre wiederkehrende geradlinige Bewegung auf eine andere mit der vorigen parallele Stange, welche sich in der erforderlichen Höhe befindet, über, und zwar vermittelst der wiederkehrenden kreisförmigen Bewegung (E. 17.) und an dieser zweiten Stange befestigt er dann den Körper, dessen er sich zum Glätten bedient.

(K. 7.)

Man kann die wiederkehrende geradlinige Bewegung der Schiene PQRS (fig. I. 7.) leicht gleichförmig machen, wenn man anstatt des geradlinigen Schlitzes pq einen andern Schlitz anbringt, der nach einer angemessenen krummen Linie, wie dies in der Figur dargestellt ist, verzeichnet wird.

Diese Verzeichnung der gedachten krummen Linie ist sehr einfach: Man theilt dazu die Entfernung Cs in eine beliebige Anzahl gleicher Theile, z. B. in sechs, s 1, 1 2, 2 3, 3 4, 4 5, 5 C; und eben so theilt man auch den Quadranten sD ein. Es ist klar, daß die Be-

dingungen der Aufgabe erfüllt werden, wenn der dem Punkte, in welchem sich der Stift **s** der Figur befindet, entsprechende Punkt der Schiene sich zu der Zeit in den Theilpunkten **1, 2, 3** des Halbmessers **sC** befindet, in welcher der Stift mit den Theilungen **1, 2, 3** des Bogens **sD** zusammentrifft. Man muß daher die Punkte **1, 2, 3, 6** der krummen Linie **psq** so bestimmen, daß jeder dieser Punkte gegen den Punkt **s** dieselbe Lage habe, als die Punkte **1, 2, 3** u. s. w. des Bogens **sD** gegen die Punkte **1, 2, 3** u. s. w. des Halbmessers **sC**; was nicht die geringste Schwierigkeit darbietet. Eben so verfährt man auch in Bezug auf die drei andern Quadranten des Umringes. Es ist jedoch zu bemerken, daß hierbei drei verschiedene Fälle vorkommen, je nachdem verlangt wird, daß während der Stift **s** den zweiten Quadranten durchläuft, das Ende **Q** der Schiene **PQ** einen Raum durchlaufe, der entweder eben so groß, oder kleiner oder größer als der ist, welchen das gedachte Ende durchlaufen hat, während der Stift den ersten Quadranten durchlief. Im ersten dieser drei Fälle erhält die krumme Linie **npmq** die Gestalt einer liegenden Achte (∞), d. h. eine solche, in welcher die Punkte **n** und **m** zusammenfallen; im zweiten Falle ist ihre Gestalt die in der Figur angegebene, und im dritten Falle durchschneiden sich die Linien **pnq** und **pmq** in zwei Punkten, weshalb für die Ausführung der zweite von diesen drei Fällen am zweckmäßigsten ist. Die so erhaltene krumme Linie umgiebt man noch mit zwei ähnlichen, die von ihr stets gleiche Abstände haben, und bildet hierdurch den Schlitz für den mit Frictionsrollen versehenen Stift **s**. Der geradlinige Schlitz in der vorhergehenden Figur kann ganz durchgehen; in dem jetzt vorliegenden Falle darf dies jedoch nur unter der Bedingung geschehen, daß man den Kern der Curve durch eine hinreichende Menge kleiner Stege mit ihrer äußeren Begrenzung verbindet.

(L. 7.)

ab ist eine lothrechte Stampfe, welche zwischen den beiden Scheiden **n** und **m** gleiten kann, an deren unterem Ende sich ein Stämpfer **P** befindet, und deren eine Seite mit Zähnen versehen ist, in welche die Zähne eines Rades **A** greifen, das nur auf einem Theile seines Umringes gezahnt ist. Man nehme an, daß die Stampfe **P** auf den in **M** befindlichen Körper herabfalle, so wird sie zwar durch die Zähne des Rades **A**, wenn dasselbe sich nach der durch den Pfeil angegebenen Richtung umdreht, erhoben, aber unmittelbar darauf wieder herabfallen, weil ein Theil des Rades nicht mit Zähnen versehen ist, und diese wiederkehrende Bewegung wird so lange fortdauern, als das Rad sich umdreht. Es ist dies noch ein besonderer Fall der unter (F. 7.) angegebenen Art der Verwandlung einer Bewegung, und man bedient sich häufig dieses Mittels, um Körper zu zerstoßen.

Wenn man anstatt der gezahnten Stange ein mit Zähnen versehenes Rad anbringt, welches sich in derselben Richtung, wie das Rad **A**, umzudrehen strebt, entweder vermittelst der

Wirkung eines an einem um die Welle des Rades geschlagenen Seile befestigten Gewichtes **P**, oder durch eine Feder; so wird die fortgehende kreisförmige Bewegung des Rades **A** in wiederkehrende kreisförmige verwandelt, was dann zu §. 9 gehört.

Der Militär- und Civilbaumeister Isaak de Caus hat in einem im Jahre **1644** in London unter dem Titel: **Nouvelle invention d'élever l'eau plus haut que sa source, avec quelques machines, par le moyen de l'eau, etc.**, erschienenen Werke die letztere Vorrichtung (die wir, als zu §. 9 gehörig, hier nur erwähnt haben) angewandt, um die Kolben zweier Pumpen in Bewegung zu setzen. Der Erfinder läßt ein an einer stehenden Welle befindliches Rad, das auf der Hälfte seines Umfanges mit Zähnen versehen ist, unmittelbar durch irgend eine bewegende Kraft drehen. Rechts und links von diesem Rade bringt er zwei andere von gleichem Durchmesser an, die er ebenfalls nur auf der Hälfte ihres Umfanges mit Zähnen versehen läßt, welche man aber nach dem eben Angeführten als gänzlich mit Zähnen versehen annehmen kann. Jede der Kolbenstangen der beiden Pumpen ist mit einem dieser letzteren zwei Räder durch ein Seil verbunden, welches am Ende der Kolbenstange befestigt und um die Welle des Rades gewickelt ist, und zwar so, daß der Kolben durch sein Gewicht ein Bestreben erhält, das Rad nach der erforderlichen Richtung umzudrehen, wenn die kreisförmige fortgehende Bewegung des ersten Rades in den beiden Nebenrädern in kreisförmig wiederkehrende verwandelt werden soll. Hierdurch erhalten die Kolben die erforderliche geradlinige wiederkehrende Bewegung, und der eine steigt in die Höhe, während der andere durch sein eigenes Gewicht niedersinkt. Wahrscheinlich um den Niedergang des Kolbens leichter zu machen, bedient sich der Erfinder eines Seiles, welches zuerst über eine oberhalb des mittelsten Rades angebrachte feste Rolle geht, und dann um die Wellen der beiden Nebenräder gewickelt ist, und zwar nach derselben Richtung, wie die den Kolben zugehörigen Seile; wodurch man den Vortheil erlangt, daß während des Aufganges des einen Kolbens ein Theil von der Wirkung der Kraft dazu verwendet wird, den Niedergang des andern Kolbens zu befördern. Läßt man nun das Rad sich nach der gehörigen Richtung umdrehen, so hat der Kolben einen Widerstand zu überwinden, welcher wenigstens der Trägheit des Rades, den Reibungen und der Steifheit des zugehörigen Seiles gleich ist; mit einem Worte, welcher der Kraft gleich ist, deren man bedarf, um dies Rad in Bewegung zu setzen.

(M. 7.)

Es ist dies eine Art der Anwendung der vorstehend angegebenen Anordnung. Die gezahnte Stange behält nur einen einzigen Zahn (Hebezapfen, Hebelatte) und anstatt eines Zahnrades werden in der Welle selbst Daumen angebracht, deren lothrechter, normal auf die Drehachse gerichteter Querschnitt von einer krummen Linie begrenzt wird, welche so beschaffen ist, daß der

im Theilrisse zu überwindende Widerstand unveränderlich ist. Die Verzeichnung der hierher gehörigen krummen Linie ist sehr leicht, und in dem schon unter (A. 7.) angeführten Aufsatze von Deparcieux zu finden [1]). Uebrigens wird diese Vorrichtung eben so, wie die vorhin beschriebene angewendet.

(N. 7.)

Die kreisförmige Bewegung des Rades **A** bringt vermittelst des Lenkers **nm** in der Stange **pq**, welche nur zwischen zwei Scheiden wie **t** fortgleiten kann, eine geradlinige wiederkehrende Bewegung hervor. Wenn **A** als Schwungrad dient, findet das Umgekehrte Statt.

Die Größe des Weges, welchen die Stange **pq** mit geradliniger wiederkehrender Bewegung durchläuft, hängt von dem Abstande des Punktes **m** von der Drehachse der Scheibe **A** ab.

Wenn man die Stange **pq** fortläßt und den Lenker **mn** durch eine kreisrunde, in der Scheide **t** angebrachte Oeffnung gehen läßt, so erhält der Lenker **mn** eine zusammengesetzte, wiederkehrende Bewegung, welche der der Stange **EFG** in **fig.** (**L. 18**) ähnlich ist. Im ersten Bande des im Jahre **1782** zu London in Folio erschienenen Werkes von Alexander Mabyn-Bailey findet man **S. 104** die Beschreibung des Seidenhaspels, dessen man sich in Italien bedient, in welchem durch diese Einrichtung die horizontale wiederkehrende Bewegung des Conductors der Seide hervorgebracht wird. Die bei uns mit **m** bezeichnete Warze befindet sich an einer Schiene, welche in einer auf der Oberfläche der kreisrunden Scheibe **A** eingeschnittenen Scheide hin und her geschoben werden kann, so daß man die Warze **m** nach Willkühr in eine größere oder geringere Entfernung von der Drehachse bringen kann. Die kreisförmige Scheibe **A** ist wagerecht und wird vermittelst eines Seiles ohne Ende in drehende Bewegung gebracht. Um in dem Seile stets eine gleiche Spannung zu erhalten, ruht die Scheibe **A** auf einem Stück Holz, welches in einer über dem obern Ende eines hölzernen Ständers angebrachten Rinne fortgeschoben werden kann, während ein Gewicht dies Rad von dem zu entfernen strebt, welches sich an der Stelle des Haspels befindet.

(O. 7.)

AB ist eine um ihre Achse drehbare Welle, in deren Oberfläche man zwei ausgehöhlte Rinnen bemerkt, welche nach Art einer Schraubenlinie nach entgegengesetzten Richtungen gebildet sind und an den beiden Enden der Welle wieder zusammenlaufen. **C** ist eine Hervorragung, welche den Querschnitt der Rinnen vollkommen ausfüllt, und sich an einem lothrechten Stabe

---

1) Man sehe Eytelwein's Statik Bd. I. §§. 272—287.

A. d. Uebers.

CD befindet, welcher durch einen in dem festen Stege **EF** angebrachten Schlitz geht. Durch kreisförmige Bewegung der Welle wird eine wiederkehrende geradlinige im Körper **C** erzeugt, indem dieser aus einer Schraubenlinie in die andere übergeht. Diese sehr sinnreiche Vorrichtung kann in vielen Fällen angewendet werden, und ist uns durch Barthelemy-Sureda, einen Spanier und sehr geschickten Mechaniker, mitgetheilt worden.

(P. 7.)

AB ist ein Steg, in welchem ein Schlitz **pq** angebracht ist, worin die Welle **n** des Getriebes **E** sich frei bewegen kann; **CD** ist eine gezahnte Stange, in deren Zähne die des Getriebes greifen, und die an der Schiene oder an der Platte befestigt ist, welcher man eine wiederkehrende geradlinige Bewegung mittheilen will, und die zwischen den beiden Scheiben **a** und **b** hin und her gehen kann. Wenn die mit Zähnen versehene Schiene am Ende des von ihr zu durchlaufenden Weges angekommen ist, so müssen die Stifte oder Knaggen α und β die Federn **rs** und **ut** treffen, damit die Schiene ein rückwärts gerichtetes Bestreben erhält, um die Zähne des Rades von neuem gegen die Stange zu drücken.

Die Ausführung dieser Vorrichtung ist schwierig, und die geringe Breite der Zähne des Rades verhindert die Anwendung derselben bei großen Pressungen, weshalb sie uns für solche Maschinen wenig geeignet zu sein scheint, vermittelst derer Grundpfähle (unter dem Wasser) abgeschnitten werden, wozu sie jedoch einige Mechaniker anwenden wollen.

(Q. 7.) (Ansicht und Querschnitt.)

ABC ist ein runder Kranz, dessen innere Seite gezahnt ist; **D** ist eine ebenfalls gezahnte kreisrunde Scheibe, deren Theilrißhalbmesser der Hälfte des Theilrißhalbmessers des vorerwähnten gezahnten Kranzes gleich ist. Die gekröpfte Welle **nmpq** dreht sich um eine Achse, welche mit der des Kranzes zusammenfällt, und mit der Achse der hierdurch entstehenden Warze fällt die der gezahnten Scheibe **D** zusammen. Am Ende der Welle ist eine Kurbel angebracht, vermittelst deren der Scheibe **D** eine umlaufende Bewegung mitgetheilt werden kann, deren Theilriß während der Bewegung der Scheibe um ihre Drehachse stets mit dem des Kranzes in Berührung bleibt, indem ein jeder Punkt in ihrem Theilrisse einen Durchmesser des Theilrisses des Kranzes durchläuft. Die Richtigkeit dieser Behauptung hat la Hire (Mitglied der Akademie der Wissenschaften) in seinem **Traité des épycicloïdes et de leurs usages dans la mécanique; Mém. de l'Acad.** Band **IX.** S. 389 dargethan.

White hat ein Modell von dieser Einrichtung zur vorletzten Nationalausstellung geliefert. (Eine Beschreibung davon findet man in den **Annales des arts** Band **XIX.** S. **294.**)

(R. 7.)

Durch zwei gezahnte Räder **A** und **B** von der in der Zeichnung dargestellten Art läßt sich eine wiederkehrende Bewegung erzeugen, bei welcher die Anzahl der Hin- und Hergänge, der bei jedem solchem zurückgelegte Weg und die dabei Statt findende Geschwindigkeit unendlich verschieden sein können, indem nicht allein das Verhältniß des Theilrißhalbmessers der Räder nach Belieben verändert werden kann, sondern auch die Anordnung und die Verhältnisse der einzelnen Theile; indessen können alle diese Verwandlungeu der Bewegung ganz genau durch das unter **(A. 7.)** angegebene Mittel erhalten werden.

Dasselbe gilt auch von den unten **(S. 7.** und **T. 7.)** angegebenen Mitteln zur Verwandlung einer Bewegung in eine andere, und Beispiele, um diese Art von wiederkehrender Bewegung hervorzubringen, findet man auf Tafel **21**, Band **I.** der Tafeln für Manufacturen der Encyclopädie unter der Rubrik: Vom Haspeln der Seide.

(U. 7.) (Grund- und Aufriß.)

abc ist ein sowohl auf seiner ganzen äußeren, als auch auf seiner ganzen inneren Seite mit Zähnen versehener kreisförmiger Kranz, der auf einer großen runden Scheibe befestigt ist, die sich um ihre Achse dreht. Ein Theil dieses Kranzes ist weggelassen, so daß das Zahnrad **d** frei durch die Oeffnung gehen kann, und er wird hier von zwei Kreisbogen begrenzt, welche ebenfalls mit Zähnen versehen sind. Das Zahnrad **d** dreht sich um seine Achse, die sich in dem Schlitze **mn** fortbewegen kann, und die beiden Federn **p** und **q** drücken abwechselnd gegen die beiden Hervorragungen **r** und **s**, und begrenzen dadurch die wiederkehrende kreisförmige Bewegung der Scheibe **D**; welche hier beschriebene Vorrichtung aber nur eine Abänderung der unter **(P. 7.)** erwähnten ist. Die wiederkehrende kreisförmige Bewegung der Scheibe **D** dient als Zwischenmittel, um dem Körper **F** eine geradlinige wiederkehrende Bewegung mitzutheilen, und zwar vermittelst eines Seiles ohne Ende, welches um die Scheibe und um die beiden festen Rollen **S** und **T** geht. Nur um ein Beispiel von der Art der Anwendung einer Zwischenverwandlung zu geben und der Aehnlichkeit wegen, welche die hier beschriebene Einrichtung mit der unter **(P. 7.)** hat, haben wir uns erlaubt, diese Bewegung, welche genau genommen eigentlich zu §. **9** gehört, hierher zu setzen.

Da es schwer sein würde, die Zähne des Rades **d** sowohl in die auf der inneren als in die auf der äußeren Seite des Kranzes, welche nicht einerlei Gestalt haben können, greifen zu lassen, so bewirkt man dies leichter, wenn man sich zweier Räder **d** bedient, die, eins über dem andern, auf derselben Welle befestigt sind. Eben so sind auch die Zähne auf der inneren Seite des Kranzes in eine andere Ebene, als die auf der äußeren Seite gelegt, so daß jede der beiden

Arten von Zähnen nur mit den dazu passenden des einen der beiden mit d bezeichneten Räder in Berührung kommen kann, wie man in der Figur sieht.

(A. 7′) Tafel IV.

In einer und derselben Figur sind hier zwei sehr bekannte Mittel, kreisförmige fortgehende Bewegungen in geradlinige wiederkehrende zu verwandeln, zusammengestellt, indem man sich entweder einer gekröpften Welle oder einer kreisförmigen Scheibe bedient, deren Ebene die Umdrehungsachse unter einem schiefen Winkel schneidet. Im **Journal des mines, No. 3.** hat Prony eine Theorie der Kurbeln mitgetheilt.

Im **IV.** Bande **No. 266** der **Mémoires approuvées par l'Académie** findet man die Anwendung einer solchen Kurbel auf die Bewegung eines Kolbens von Joh. Leonhard Lässon. Derselbe giebt darin die sehr einfache Einrichtung einer Kurbel an, deren Bug man nach Willkühr sowohl verlängern als verkürzen kann.

Leupold in seinem **Theatrum machinarum hydraulicarum,** Band **II.** Tafel **36, fig. 1** und **2,** und Ramelli in **Le diverse et artificiose machine del capitano Agostino Ramelli etc. a Parigi 1558. fig. 57,** wenden die zweite der hier erwähnten Anordnungen auf die Bewegung der Pumpenkolben an. Durch ein Wasserrad wird eine stehende Welle umgedreht, an welcher eine Scheibe befestigt ist, deren Ebene mit der Achse der Welle einen schiefen Winkel bildet. An den lothrechten Kolbenstangen befinden sich mit Frictionsrollen versehene Hebelatten, welche sich auf den Rand der Oberfläche der schiefen Scheibe legen, wodurch die durch das Wasserrad erzeugte kreisförmige Bewegung der stehenden Welle in eine wiederkehrende lothrechte der Kolbenstangen verwandelt wird, welche letzteren durch ebenfalls mit Frictionsrollen versehene Scheiden in lothrechter Lage erhalten werden. Eine doppelte (oder ausgescharrte) Hebelatte, d. h. eine solche, welche auch die untere Seite der Scheibe **A** berührt, würde den Kolben mit niederdrücken helfen und die Bewegung gleichförmiger machen.

(B. 7′)

Die große Scheibe **R** dreht sich um ihre Achse und ist in ihrer kreisförmigen Fläche mit den drei Rollen **m, n, p** versehen, welche in auf einander folgenden Zeitpunkten die Rolle **q** treffen, die sich am Ende **P** eines Armes des Winkelhebels **PGH** befindet, dessen Arme rechtwinklicht auf einander gerichtet sind, und dessen anderes Ende durch eine Feder oder durch ein Gewicht ein Bestreben erhält, den Hebelarm **P** nach **H** zu umzudrehen. Das Ende **H** erhält dadurch eine kreisförmige wiederkehrende Bewegung, und die fragliche Einrichtung gehörte daher eigentlich zu §. **9;** allein vermittelst einer festen Rolle **f** kann die wiederkehrende kreisförmige Bewegung in geradlinige wiederkehrende verwandelt werden. Genssane wandte diese Einrich-

tung auf einen Drehling an, dessen er sich anstatt der Kurbel bedient. (**Machines approuvées par l'Académie des sciences**, Band **VII. No. 442.**)

(C. 7′)

S ist ein Schwungrad, an dessen Welle sich ein Getriebe p befindet; **P** und **Q** sind zwei Zahnräder, deren Zähne in einander greifen, während **P** außerdem noch in das Getriebe p greift; nm und st sind zwei an den Wellen der Räder **P** und **Q** angebrachte Krummzapfen, und mf und sg zwei Lenker, welche sich um ihre Enden f und g frei drehen können, und der Schachtstange **HR** eine geradlinige wiederkehrende Bewegung mittheilen, während das Schwungrad **S** sich stets kreisförmig nach einerlei Richtung umdreht. Durch diese Einrichtung kann auch die umgekehrte Aufgabe aufgelöst werden.

Die Anwendung dieser Vorrichtung findet man in einem Aufsatze über die neue von Cartwright erfundene Dampfmaschine in No. **1** der **Annales des arts et manufactures.** Die beiden Krummzapfen nm und st kann man auch weglassen, und dafür in den Seitenflächen der Räder **P** und **Q** zwei Stifte anbringen; der größeren Leichtigkeit der Ausführung wegen hat man sie jedoch beibehalten. In No. **25** desselben Journals schlägt der Redacteur O'Reilly eine neue Dampfmaschine ohne Wagbaum vor, in welcher er Cartwright's Schwungrad anwendet.

(D. 7′) (Grundriß und Ansicht.)

S ist ein Schwungrad, dessen Welle an ihrem einen Ende mit zwei Sperrädern **R** versehen ist, in deren Zwischenraum zwei andere gezahnte Räder angebracht sind, welche sich um die Welle des Schwungrades mit geringer Reibung drehen können. An jedem dieser Räder ist ein Sperrhaken p angebracht, welche beide zwar auf entgegengesetzten Seiten aber nach derselben Richtung liegen, so daß beide Räder sich nach entgegengesetzten Seiten umdrehen müssen, wenn jeder der beiden Sperrhaken auf das zugehörige Sperrad wirken soll. **PQ** ist eine große Stange, die zwischen zwei Scheiden fortgleiten kann, und sich an einer Stelle so theilt, daß an dieser eine Art von Rahmen entsteht, dessen längere Seiten Zahnstangen fg und hi bilden, welche jedoch nicht in einer Ebene liegen, so daß in fg das Rad **N** und in hi das Rad **M** greift. Nimmt man nun an, daß die Stange **PQ** sich von **Q** nach **P** bewege, so wird die gezahnte Stange hi das Rad **M** umdrehen, und vermittelst des daran angebrachten Sperrhakens p das Schwungrad **S** in eine drehende Bewegung nach der durch den Pfeil angedeuteten Richtung setzen, während das Rad **N** sich umdreht, ohne auf die Umdrehung des Schwungrades zu wirken. Wenn aber die Stange von **P** nach **Q** zurückgeht, so wird vermittelst des Rades **N** dem Schwungrade eine kreisförmige Bewegung nach derselben Richtung

8

mitgetheilt [1]). Wenn man auch das eine der Räder und die dazu gehörige gezahnte Stange wegließe, so würde das Schwungrad **SS** dennoch vermöge seiner Trägheit seine drehende Bewegung nach derselben Richtung, wie bei der in (**G. 9.**) angegebenen Einrichtung, fortsetzen, allein dann wirkt die bewegende Kraft auf das Schwungrad nicht stets auf gleiche Weise, weshalb die hier erwähnte Einrichtung den Vorzug verdient. (Die umgekehrte Aufgabe wird hierdurch nicht aufgelöst.)

In einem im **Muséum des machines** zu Paris befindlichen Modelle, in welchem die Wirkung einer Dampfmaschine als bewegende Kraft angenommen ist, vermittelst deren Schiffe stromaufwärts geschafft werden sollen, hat man diese Einrichtung auf das Schwungrad der Dampfmaschine, wo **PQ** dann die Kolbenstange ist, angewendet, aber sie war schon früher bekannt.

Bemerkung.

Wenn man ein Rad auf der Welle eines andern, welches durch die Wirkung irgend einer Kraft immer nach derselben Richtung umgedreht wird, so anbringt, daß es sich um die gedachte Welle mit geringer Reibung drehen kann, so dienen alle möglichen Mittel, durch welche das erste dieser beiden Räder bald mit dem zweiten in Verbindung gesetzt, bald davon losgemacht, nur der in seiner Büchse Statt findenden Reibung überlassen wird, dazu, die Wirkung der bewegenden Kraft dem ersten Rade mitzutheilen, oder dies Rad jener Wirkung zu entziehen. Wenn im letzteren Falle die Wirkung seiner Trägheit, oder der daraus im Umfange der Welle des zweiten Rades entstehende Widerstand größer, als die Reibung ist, so bleibt das Rad entweder in Ruhe, oder giebt der Wirkung jeder anderen Kraft nach, die ein Bestreben hat, es in Bewegung zu setzen. Daher kann man auf diese Weise entweder die Bewegung einer Maschine hemmen, ohne die Wirkung der bewegenden Kraft zu unterbrechen, oder die Maschine der Wirkung der letzteren entziehen, um eine andere Kraft darauf wirken zu lassen. Dieser letztere Fall kommt bei allen Rammen vor, und wir wollen einige mehr oder weniger sinnreiche Mittel angeben, deren man sich bedient hat, um den Rammbär in dem Augenblicke der Wirkung der Schwere zu überlassen, in welchem er, in Folge der Wirkung der bewegenden Kraft den höchsten Punkt seines Weges erreicht hat, obgleich wir fast glauben möchten, daß das in (**I. 7.**) angeführte Mittel das einfachste ist und in allen Fällen statt jedes der übrigen mit Erfolg gebraucht werden kann. Vorher aber wollen wir kurz die Mittel angeben, deren man sich bedienen kann: **1**) um die Bewegung der Maschine zu hemmen, wenn man die Wirkung der bewe-

---

1) In der Figur muß man sich bei der Bewegung von **P** nach **Q** das Sperrad und den Sperrhaken umgekehrt gezeichnet denken. A. d. Ueb.

genden Kraft auf dieselbe aufhebt, ohne sie zugleich der Wirkung des Widerstandes zu entziehen; 2) um die traurigen Ereignisse zu verhüten, die in allen Maschinen, durch welche große Pressungen hervorgebracht werden sollen, z. B. bei Winden, Haspeln, Baggermaschinen u. dergl. Statt finden, sobald in Folge eines heftigen Stoßes, oder irgend einer anderen Ursache der Widerstand größer wie die bewegende Kraft, und die Richtung der Bewegung in der Maschine in die entgegengesetzte verwandelt wird; oder wenn die Seile, oder die Taue, durch welche die Wirkung der bewegenden Kraft auf den Widerstand fortgepflanzt wird, zerreißen, und die Maschine eine sehr beschleunigte Bewegung in derselben Richtung erhält; 3) um die unangenehmen Folgen zu vermeiden, welche Statt finden würden, sobald irgend ein Theil der Maschine durch in der Natur der Sache liegende oder vom bösen Willen oder Zufall herbeigeführte Umstände in Unordnung geriethe, oder sobald durch irgend einen andern Vorfall der Widerstand größer als der würde, welcher durch die Maschine überwältigt werden kann.

Will man die Maschine dadurch anhalten, daß man die Einwirkung der bewegenden Kraft aufhebt, ohne dasselbe in Bezug auf den Widerstand zu thun, so bedient man sich gewöhnlich eines Sperrades und eines Sperrhakens, den man so einfallen läßt, daß er in jeder Stelle die von der Wirkung der Last erzeugte Bewegung aufzuhalten im Stande ist, wie es gewöhnlich bei den Winden u. a. der Fall ist [1]).

Wenn der Widerstand größer als die bewegende Kraft wird, so bringt die rückgängige Bewegung der Maschine gewöhnlich einen so heftigen Stoß hervor, daß es unnütz und selbst gefährlich sein würde, denselben dadurch aufhalten zu wollen, daß man ihm einen unbesiegbaren Widerstand, wie den des gewöhnlichen Sperrhakens, entgegenstellt. In diesem Falle muß man den Stoß unwirksam machen, und man kann daher, nach unserer Meinung, nur dann mit Sicherheit auf einen günstigen Erfolg rechnen, wenn man sich einer sogenannten Presse bedient, die vermittelst der von ihr im Umfange der sich drehenden Welle, oder noch besser, einer damit verbundenen großen Trommel, hervorgebrachten Reibung wirkt, welche in demselben Verhältnisse wie der Widerstand (die Last) zunimmt. So ist das Verfahren, dessen man sich in England bedient, um sehr große Lasten, die man mit Maschinen gehoben hat, oder die in den oberen Stockwerken der Magazingebäude liegen, herabzulassen, höchst sinnreich, und soll hier beschrieben werden.

Es sei **A** (fig. 1) Tafel **XII** ein Zahnrad, in welches das Getriebe **B** greift, das unmittelbar durch die bewegende Kraft umgedreht wird. Der Widerstand sei ein am Ende des Seiles

1) Im Bulletin de la Société d'Encouragement, 14r Jahrg. (1815) S. 11 findet man die Beschreibung eines von Dobo erfundenen Sperrades. Borgnis führt dasselbe in seinem Traité de la composition des machines als 17te Varietät, der 4ten Species, des 1sten Geschlechts, der 2ten Klasse, der 5ten Ordnung auf — Regulatoren.

D aufgehängtes Gewicht, und das Seil gehe erst über eine feste Rolle, und sei dann auf die Welle C des Rades A gewickelt; t ist einer der Wellzapfen. Die Presse bestehe aus dem Preßbaume mn, dessen Drehachse q ist und auf dem die eigentliche Presse p aufgefüttert ist, die sich mit ihrer hohlen Seite gegen die Welle C drücken läßt. An dem einen Ende des Preßbaumes ist das Gegengewicht H angebracht, um dadurch den andern Hebelarm zu erheben, in welcher Lage derselbe durch das Hinderniß r erhalten wird, wie man in der Figur sieht.

Wenn man das an dem Seile aufgehängte Gewicht herunterlassen will, so rückt man das Getriebe B aus dem Zahnrade A, oder entzieht es durch das in (I. 7′) angegebene Mittel der Wirkung der bewegenden Kraft; dann fällt das Gewicht herab, und wenn es sich 3 bis 4 Fuß vom Pflaster befindet, wo es zertrümmert werden würde, so drückt man stark auf das Ende m des Hebels. Die Presse hebt dann sogleich durch die zwischen ihr und der Welle C erzeugte Reibung die Geschwindigkeit auf.

In dem Traité élémentaire de Minéralogie von Brongniart, Band II, Seite 302, findet man die Beschreibung einer Maschine zur Förderung der Erzkübel, deren Bewegung man in demselben Augenblicke, in welchem die Umstände es nöthig machen, hemmen kann, wie groß auch die Gewalt, mit welcher die Pferde ziehen, oder das Gewicht des Bergmanns sein mag, und zwar vermittelst einer Presse, die aus zwei Preßbäumen von der Art der vorbeschriebenen besteht, welche zusammen eine Zange bilden. Wegen der Entfernung der Enden dieser Zange von einander muß zwischen beiden eine Art von kleiner Winde angebracht werden, welche ein Arbeiter umdreht, wenn er die Maschine anhalten will.

Es sind mithin die Pressen die Mittel, deren man sich zum Aufhalten einer Maschine, die mit großer Geschwindigkeit in rückgängige Bewegung geräth, bedienen muß.

Wollte man die in der Maschine Statt findende Bewegung selbst anwenden, um die Presse anzuziehen, so könnte man auf folgende Weise verfahren. Es sei A (fig. 2) eine an der Welle der Maschine befestigte Trommel. An dieser Trommel sei ein Sperrad R befestigt, und sie drehe sich nach der durch den Pfeil angedeuteten Richtung; mn sei der Preßbaum, p die eigentliche Presse, und cc ein Sperrhaken, der vermittelst des Seiles f am Ende b des Hebels ab hängt, dessen Drehachse in a liegt und der gegen die kleine Rolle m am Ende des Preßbaumes mn drückt. Der an der hölzernen Knagge F angebrachte Stift s verhindert, daß der Sperrhaken in die Höhe gehen könne, während die Feder v ihn dem Sperrade zu nähern strebt, und durch die Aushohlung der Knagge bewirkt man, daß der Sperrhaken etwas seitwärts ausweichen könne. Wenn sich die Richtung der Bewegung in die entgegengesetzte verwandelt, so wird der Sperrhaken angezogen, die Presse wirkt dann, und die Maschine wird gehemmt, ohne daß ein Stoß Statt fände, mithin also auf die Weise, mit welcher die wenigsten Nachtheile verbunden sind.

Wir wollen nun annehmen, daß durch die Maschine die in **Q** hängende Last aufwärts bewegt werden solle, und also, um die Vervielfältigung der Figuren zu vermeiden, daß die Trommel **A** in dieser Figur (2.) sich nach einer Richtung umdrehe, die der durch den Pfeil angedeuteten entgegengesetzt ist, dann muß die Feder **v** daran gehindert werden, gegen den Sperrhaken **cc** zu drücken, damit dieser ausweichen könne, jedoch auf solche Weise, daß im Falle einer außerordentlichen und plötzlichen drehenden Bewegung der Trommel, die Hemmung der Feder ihre Wirkung verliere und die Maschine auf die unmittelbar vorher angegebene Art angehalten werde. Hiezu wird man sich mit günstigem Erfolge des unter (**N. 7′**) beschriebenen Regulators und der unter (**G. 8**) beschriebenen Vorrichtung bedienen können. Das Rad in der letzten Figur ist gleichbedeutend mit der Trommel (**fig. 2**), und statt der Spindel des Regulators kann man sich die Welle des Rades **B** (**fig. G. 8**) denken, welches sich dann unterhalb des Rades **A** (**fig. 2**) anbringen läßt.

Man könnte sich auch noch der Spannung des Seiles **Q**, durch welches die Wirkung der bewegenden Kraft dem Widerstande mitgetheilt wird, bedienen, um den Sperrhaken **cc** vom Sperrade entfernt zu erhalten. In dem Augenblicke, in welchem das Seil zerrisse, würde dann der Sperrhaken durch die Feder **v** in das Sperrad gedrückt. Diese Einrichtung würde weniger zusammengesetzt sein und schneller wirken, wie die vorige, und es wäre dazu nichts weiter erforderlich, als eine dünne Schnur **dd**, die auf der einen Seite am Ende der Feder **v** und auf der anderen an der kleinen Schiene **gg**, die in den Scheiden **g′** und **g′** hin und her gleiten kann, befestigt wäre. In der gedachten Schiene befindet sich die kleine Rolle **t**, welche sich gegen das Seil **Q** legt, und die Schnur wird so stark angespannt, daß die Feder **v** nicht gegen den Sperrhaken **cc** drücken kann. Zerreißt das Seil **Q**, so schiebt die Feder **v** den Sperrhaken in das Sperrad, und die Maschine steht still.

In der Umgegend von Paris findet man eine große Menge von Rädern, in deren Kränzen Sprossen angebracht sind, wie in **fig. 3**, Tafel **XII** dargestellt ist, und deren man sich in den Steinbrüchen bedient. Hr. M a r t i n, ein sehr bekannter Maschinenbaumeister, glaubt die Arbeiter vor den sie zuweilen betreffenden Unglücksfällen durch folgende Vorrichtung schützen zu können. Eine starke Bohle **pq** lasse sich um eine durch den festen Punkt **a** gehende Achse drehen. Auf der einen Seite trage sie das Rad **A**, dessen Drehachse durch **C** geht, und an ihrem anderen Ende sei ein Gegengewicht **Q** angebracht, welches im Stande ist, das Rad **A** zu erheben. Die ganze Einrichtung ist also dieselbe, wie die einer S c h n e l l w a g e, wo dann hier das Rad **A** (mit Zubehör) an die Stelle der zu wiegenden Last, und das Gegengewicht **Q** an die Stelle des dort verschiebbaren Gegengewichts tritt, und der einzige Unterschied im fraglichen Falle ist nur der, daß kein Gleichgewicht Statt findet, weil das Gegengewicht im Stande sein muß die Last zu erheben. **BC** ist ein Ständer; **fe** eine Bohle, die sich um den Punkt **f** drehen läßt und auf

welche die Presse g aufgefüttert ist; ed ist eine hölzerne oder metallene Schiene, die sich sowohl um e als um d drehen kann, nn das Seil, vermittelst dessen die Steine aus dem Schachte P gefördert werden, r ein auf der Welle des Rades A befestigtes Sperrad, und v der dazu gehörige Sperrhaken, der an dem Ständer BC befestigt ist. Es dürfte kaum nöthig sein, zu erwähnen, daß sich auf der entgegengesetzten Seite des Rades A ein zweiter Ständer befinden müsse, der dem in der Zeichnung angegebenen DE vollkommen gleich ist, und in welchem der andere Zapfen a der Welle des Wagbaumes pq liegt. Der letztere hat die Gestalt einer großen Gabel, in welcher das Rad A mit den dazu gehörigen Sprossen Platz findet. Befestigt man nun den zu hebenden Stein an dem einen Ende des Seiles n, so wird gleich anfänglich, sobald nur die Kraft, durch welche das Rad A nach der durch den Pfeil angedeuteten Richtung umgedreht werden soll, zu wirken anfängt, das Rad sich so weit senken, daß das Ende p des Wagbaumes sich gegen ein unverrückbares Hinderniß legt, wodurch die Presse g sich erhebt, so daß die Welle mit Zubehör sich frei umdrehen kann. Die Bewegung der letzteren läßt sich aber vermittelst des Sperrades in jedem beliebigen Zeitpunkte hemmen, und wenn das Seil zerreißen sollte, so würde in demselben Augenblicke das Rad durch das Gegengewicht Q erhoben und die Presse g mit dem Preßbaume gesenkt werden, wodurch der Stoß unwirksam gemacht werden würde.

In dem schon unter (E. 4) angeführten Werke von Bailey, Band I. S. 146, findet man die Beschreibung eines von Pinchbeck erfundenen Krahn's, in welchem eine Presse angebracht ist, die vermittelst einer Einrichtung wirkt, welche zu sehr zusammengesetzt ist, als daß man sich ihrer bedienen könnte, selbst wenn man annimmt, daß sie ihren Zweck erfüllte. Durch diese Einrichtung wird ein Blasebalg in Bewegung gesetzt, und die aus diesem strömende Luft ist die bewegende Kraft, durch welche die Presse gegen das Rad gedrückt werden soll.

Auch kann man die Wirkung der bewegenden Kraft auf eine beliebige Maschine, sobald der Widerstand eine bestimmte Grenze überschreitet, auf folgende Weise aufheben:

Wenn M in fig. 4. Tafel XII die durch die Kraft in Bewegung gesetzte Welle und N die Welle ist, durch welche sie allen übrigen Theilen der Maschine mitgetheilt wird, so wird verlangt, daß in dem Falle, wo der in der Maschine Statt findende Widerstand die Grenze, bis zu welcher die Festigkeit der Maschine reicht, überschreitet, diese in Stillstand kommt, ohne daß die Bewegung des Angriffspunktes der Kraft gehemmt und die Verbindung der beiden Wellen M und N unterbrochen werde.

AA ist ein an der Welle N befestigtes Stück Eisen, das, wie man fig. 4, Tafel XII sieht, aus einer kreisförmigen Platte besteht, deren Oberfläche nach der Seite N zu eben ist, während die gegen M gekehrte mit zwei kreisförmigen Rändern nn und mm versehen ist.

BB ist ein anderes Stück Eisen, welches die Gestalt einer kreisförmigen Platte hat, deren Oberfläche nach der Seite **A** zu mit einem kreisförmigen Rande **pp** versehen ist, welcher mit geringer Reibung in die im Stück **A** und in die für den Zahn **B** gelassene Höhlung greift. Auf der entgegengesetzten Seite bemerkt man zwei Hervorragungen **a**, **a**, welche gegen andere **s**, **s** des Stückes **C** drücken, und einen starken Daumen **b**, welcher sich nach der entgegengesetzten Seite hin verlängert und in den zwischen den Enden des Ringes oder der kreisförmigen Feder **DD** gelassenen Raum greift, der als Presse gebraucht wird.

DD ist ein Ring oder eine kreisförmige Feder, welche die durch die Platte und die Ränder **m** des Stückes **A** gebildete Rinne umfaßt. Man kann diesen Ring oder diese Presse durch das Schloß **E** mehr oder weniger zusammenziehen, und dadurch die daraus entstehende Reibung beliebig vergrößern oder vermindern, je nach dem Grade des Widerstandes, der erforderlich ist, damit die Welle **N** sich mit der Presse zugleich umdrehen könne. Wird dann die Welle **M** fortwährend umgedreht, so dreht sich dadurch auch das Stück **B** und der Preßring, nachdem das Stück **C**, welches sich mit der Welle **M** zugleich umdreht, und nur nach der Richtung der Achse der letzteren hin und her geschoben werden kann, auf eine ähnliche Weise, wie das Rad **C** in **(I. 7′)** eingerückt ist. Die beiden Hervorragungen **s**, **s** im Stück **C** drücken dann gegen die **a**, **a** im Stück **B**, sobald ersteres gegen letzteres gedrückt wird. Im entgegengesetzten Falle wird die Wirkung der bewegenden Kraft aufgehoben, wobei die Größe des auf die Welle wirkenden Widerstandes gleichgültig ist.

Wenn man das Schloß in **E** stark anzieht, und die Verbindung dadurch herstellt, daß man **C** in **B** rückt, so müssen sich die beiden Wellen **M** und **N** eben so drehen, als wenn sie nur aus einem einzigen Stück beständen; läßt man dagegen die Presse gänzlich los, so nimmt die Welle **M** bei ihrer Umdrehung das Stück **B** und die Presse **DD** mit sich fort, und die Welle **N** bleibt in Ruhe. Man zieht hierauf das Schloß so weit an, bis daß **N** mit umgedreht wird, woraus man ersieht, daß die Auflösung der Aufgabe auf diesem Wege sehr leicht ist.

Betancourt hat diese Einrichtung auf eine sehr glückliche Weise in einer von ihm zu St. Petersburg erbauten Baggermaschine angewandt.

Auch unter **(L. 7′)** findet man eine Vorrichtung, vermittelst deren eine Maschine vor der Wirkung von Kräften geschützt wird, welche eine bestimmte Grenze überschreiten.

(E. 7′)

Ramme von Camus erfunden. **(Machines approuvées par l'Académie, Band III. No. 140.)**

Der Rammbär **A** ist an dem Ende eines Seiles befestigt, welches über die Rollen **B** und **C** geht und dann um die Walze **D** geschlagen ist, die nebst dem Hebel **I** das Hauptstück der Maschine bildet, deren Spiel von der Art der Verbindung der Walze mit der Winde abhängt.

Die Winde und die Walze haben beide einerlei Durchmesser und Achse, und letztere ist mit einem eisernen Ringe versehen, an welchem sich zwei oder vier Zähne, ebenfalls von Eisen, befinden.

An der Winde G ist der Hebel HI befestigt, welcher mit einer Klaue F versehen ist, die bis zur Walze reicht und sich um ein Gewinde so drehen läßt, daß der Hebel, wenn man auf das Ende I drückt, gesenkt, und durch die Feder L wieder erhoben werden kann. Man setzt nun die Maschine dadurch, daß man Arbeiter gegen die Arme O, M, N und P drücken läßt, in Bewegung, wodurch dann die Winde, und folglich auch die mit ihr durch den Hebel FI, welcher einen der erwähnten Stifte gefaßt hat, in Verbindung gebrachte Walze herumgedreht wird. Auf diese wickelt sich daher das Seil auf, und der Bär steigt längs der Ruthe VY in die Höhe. Ist derselbe im höchsten Punkte seines Weges angekommen, so drückt ein in N befindlicher Arbeiter das Ende I des Hebels herunter, so daß die Klaue der Walze den Stift, welchen sie gefaßt hatte, losläßt und der Rammbär herabfällt. Hierauf läßt man den Hebel los; dieser wird durch die Feder L wieder in die Höhe gedrückt, faßt einen anderen Stift, und bringt so die Walze aufs neue mit der Winde in Verbindung, und so fort.

Wir bemerken hierbei, daß dieser Rammbär, so wie alle diejenigen, welche während ihres Falles das Rammtau nach sich ziehen, dadurch einen großen Theil ihrer Kraft verlieren.

(F. 7′) (Grundriß und Ansicht.)

pq ist eine eiserne Spindel, die stets nach derselben Richtung umgedreht wird, entweder durch Menschen, welche die daran befindlichen Arme fortschieben, oder durch irgend eine andere bewegende Kraft; und die durch die beiden hölzernen Trommeln A und B, welche sich um dieselbe mit unbedeutender Reibung drehen lassen, hindurchgeht.

Die untere Trommel A ruht auf dem Boden und ist mit zwei gegen den Horizont geneigten Flächen abc und a′b′c′ versehen, von denen die eine inwendig, die andere auswendig liegt, deren jede einen ganzen Umgang nach Art einer Wendeltreppe mit hohler Spindel bildet, und die eine solche Lage haben, daß ihre Anfänge a und a′ eben so wie ihre Enden sich in den entgegengesetzten Enden eines Durchmessers befinden. Die Trommel A ist ferner mit einem Sperrrade c versehen, zu welchem ein Sperrhaken s gehört, durch den verhindert wird, daß die Trommel sich nach der Richtung der bewegenden Kraft umdrehen könne.

Die obere Trommel B ist inwendig ausgehöhlt, und in ihr befinden sich zwei lothrechte Stangen n und m, deren jede an ihrem unteren Ende mit einer Rolle versehen ist, und deren Länge der Höhe (der Schraubengänge) der unteren Trommel gleich ist. Vermittelst der gedachten beiden Rollen ruht die obere Trommel auf der schraubenförmigen Fläche der Trommel A, und wird stets in wagerechter Richtung erhalten. Außerdem ist in dieser Trommel noch eine

sehr starke eiserne Stange **t** angebracht, die etwas oberhalb der unteren Grundfläche ihres ausgehöhlten Theiles endet, und die äußere gekrümmte Oberfläche ist rinnenförmig gebildet, damit das Rammtau sich hier hinein legen könne.

Wenn die Rollen an den Stangen **n** und **m** sich im Anfangspunkte der schiefen Ebenen befinden, so hat die Trommel **B** ihren tiefsten Stand erreicht, und wenn man dieselbe dann in einer Richtung umdreht, die der bewegenden Kraft entgegengesetzt ist, d. h. in der Richtung **cba**, so stoßen die Rollen gegen die beiden Giebelenden der schraubenförmig gebildeten Flächen, und zwingen die Trommel **A**, sich mit umzudrehen. Wenn aber **B** in der Richtung der bewegenden Kraft herumgedreht wird, so bleibt **A** unbeweglich, und **B** erhebt sich in lothrechter Richtung, indem die beiden Rollen auf den schiefen Flächen, auf denen sie liegen, in die Höhe steigen.

An der eisernen Spindel **pq** ist ein starker eiserner Arm **ii** so angebracht, daß er beinahe die obere Grundfläche des hohlen cylindrischen Raumes in der Trommel **B** berührt, wenn diese ihren tiefsten Stand erreicht hat.

Wenn man das Vorstehende gehörig verstanden hat, so wird man leicht finden, auf welche Weise die kreisförmige fortgehende Bewegung der Spindel **pq** in wiederkehrende geradlinige verwandelt wird. Nimmt man an: **1)** daß die Trommel **B** sich in ihrem tiefsten Stande befinde; **2)** daß der Arm **ii** die Stange **t** berühre und gegen dieselbe drücke; **3)** daß der Bär **M** auf dem Kopfe des Pfahles ruhe; und **4)** daß das Rammtau **dd′** angespannt sei, so wird durch Umdrehung der Spindel **pq** die Trommel **B** umgedreht, und dadurch der Bär auf eine Höhe erhoben, die dem Umfange der Trommel gleich ist. Hierauf verläßt sofort die eiserne Stange **t** den Arm **ii**, und dann dreht sich die Trommel **B** nach einer der vorigen entgegengesetzten Richtung herum, weil jetzt nur das Gewicht des Rammbäres auf dieselbe wirkt, und dieser fällt mithin herab. In der Trommel **B** findet daher eine wiederkehrende kreisförmige Bewegung Statt, während im Rammbäre **M** eine geradlinige wiederkehrende Statt findet, und der Raum, den letzterer in diesem Falle durchläuft, ist der Länge des Umfanges der Trommel **B** gleich.

Nimmt man an, daß sich alles in dem anfänglichen Zustande befinde, und dreht die untere Trommel **A** z. B. um **180°** in der Richtung um, welche der der bewegenden Kraft entgegengesetzt ist; so wird, wenn die Trommel eine halbe Umdrehung gemacht hat, der Bär herabfallen, wodurch man die Größen des kreisförmigen Weges der Trommel **B** und des des Bäres auf die Hälfte der vorigen bringt.

Diese sehr sinnreiche Einrichtung läßt sich auf eine sehr einfache und dauerhafte Art ausführen, und erlaubt außerdem, wie so eben gezeigt ist, daß man den Bär jeden Raum durchlaufen lassen kann, der zwischen Null und der Länge des Umfanges der Trommel **B** liegt.

(G. 7′) (Durchschnitt und Ansicht.)

AB ist eine Welle, welche von der Kraft immer nach derselben Richtung herumgedreht wird, und um die sich das mit einer Rinne versehene Rad C mit geringer Reibung drehen läßt, ohne jedoch auf ihrer Länge fortgleiten zu können. In der einen kreisförmigen Seitenfläche des Rades ist ein Stift (eine Warze) s angebracht; mn ist eine an der Welle AB befestigte biegsame Stange, und r ist eine schiefe Ebene, welche sich außerhalb des Rades C befindet, und in der Erweiterung der gedachten Seitenfläche desselben anfängt. Das eine Ende des Seiles ct ist in der Rinne des Rades C, das andere aber an dem Hebel pq befestigt, dessen Drehachse in p liegt.

Wenn die Welle AB umgedreht wird, so trifft die biegsame Stange mn den Stift s und zwingt dadurch das Rad C sich herumzudrehen, wodurch der Hebel pq erhoben wird. Sobald aber die biegsame Stange mn auf die schiefe Ebene r trifft, so entfernt sie sich von dem Rade C und läßt den Stift s los. Dann wirkt nur das Gewicht des Hebels auf das Rad, dieser fällt nieder und die Bewegungen kehren wieder.

Dubuisson hat diese Einrichtung [welche nur eine Abänderung der unter (E. 7′) beschriebenen ist] in einer Maschine zum Schlagen der Gypses angewandt, die sich in der **Collection des Machines approuvées par l'Académie des sciences**, Band **VI. No. 407** findet.

(H. 7′)

Auszug aus dem auf Befehl des Nationalconvents gedruckten Berichte von Prony und Molard über die dem Ausschusse für Domainen und Veräußerungen vorgelegten Entwürfe zur Erbauung einer neuen Wasserhebungsmaschine zu Marly, vom 15. Vendemaire des Jahres 3 der Republik.

Maschinen des Bürgers White.

Seite 15: „Die Einrichtung der Räder mit Einfallhaken ist folgende: Der Arm A ist an einer Welle befestigt, die sich immer nach einerlei Richtung dreht, und das Rad B auf derselben Welle läßt sich mit geringer Reibung um diese drehen. Dies Rad ist mit einem Einfallhaken C versehen, welcher den Arm A faßt, wodurch dann die Kette D, an welcher eine der Kolbenstangen befestigt ist, so lange aufwärts gezogen wird, bis das Ende des Einfallhakens gegen einen Stift oder irgend ein anderes Hinderniß E stößt, wodurch der Arm frei wird und der an der Kette D hängende Kolben durch sein eigenes Gewicht herabsinkt und zugleich das Rad B umdreht."

(I. 7′)

AB sei eine Welle, welche durch irgend eine Kraft stets nach einerlei Richtung umgedreht wird; C eine Scheibe, oder auch wohl ein Zahnrad, welches sich mit geringer Reibung um die

Welle **AB** drehen läßt, und mit zwei Zapfenlöchern **a** und **b** versehen ist, in welche die Zapfen **m** und **n** passen. **D** ist eine andere Scheibe, welche sich mit geringer Reibung auf dem viereckigen Theile **pq** der Welle **AB** hin und her schieben läßt, deren übrige Theile cylindrisch geformt sind. In der Scheibe **D** sind zwei kleine Zapfen **m** und **n** befestigt, und dieselbe kann vermittelst der Gabel **hf** der Scheibe **C** genähert oder von derselben entfernt werden.

Befindet sich alles in dem durch die Figur dargestellten Zustande, so kann die Scheibe **C** entweder durch ein außerhalb derselben angebrachtes Hinderniß festgehalten, oder durch eine bewegende Kraft dahin gebracht werden, daß sie sich nach einer Richtung umdreht, welche der der Welle **AB** entgegengesetzt ist, so daß man die Bewegung der Scheibe als von der Welle ganz unabhängig ansehen kann, wenn man die kleine, im Umfange der letzteren Statt findende Reibung außer Acht läßt. Nähert man jedoch vermittelst der Gabel **hf** die Scheibe **D** der Scheibe **C** so weit, daß die Zapfen **m** und **n** der ersteren in die Löcher der letzteren greifen, so muß sich die Scheibe **C** mit der Welle **AB** zugleich so lange umdrehen, bis die Scheibe **D** wieder ausgerückt wird, und so fort. Die Feder **c** hat ein Bestreben, die Scheibe **D** von der Scheibe **C** zu entfernen, und dadurch die Wirkung der bewegenden Kraft auf die letztere aufzuheben; der Einfallhaken **st**, dessen Grundriß und Seitenansicht in der Figur angegeben sind, dreht sich um die mit **i** bezeichnete Achse, und durch das Hinderniß **e** auf der einen, und die Feder **k** auf der andern Seite, wird seine Lage am Ende jeder seiner Schwingungen und deren Größe bestimmt. Bringt man nun den Hebel **fh** in eine solche Lage, daß die Scheibe **C** sich zugleich mit der Welle umdreht, so hält der Einfallhaken **st** die Feder **c** an; will man dagegen die bewegende Kraft nicht auf die Maschine wirken lassen, so drückt man mit geringer Kraft auf das Ende **t** des Einfallhakens; dann drückt die Feder **c** gegen das Ende **h** des Hebels **fh**, und die Scheibe **D** wird dadurch aus dem Rade **C** gerückt, auf welches nun die bewegende Kraft nicht mehr wirken kann.

Vermittelst dieser Einrichtung kann man die Bewegung einer Maschine hemmen: **1**) zu einer gegebenen Zeit; **2**) in den Mühlen, wenn das Korn abgelaufen ist; **3**) in den Webemaschinen, wenn das Schiffchen in seinem Laufe aufgehalten wird.

Der erste Fall bietet nicht die geringste Schwierigkeit dar, da man nur das Gewicht einer Weckeruhr auf das Ende **t** des Einfallhakens wirken zu lassen braucht, welchen man so empfindlich machen kann, als man will.

Um eine Mühle anzuhalten, sobald das Korn abgelaufen ist, kann man sich ebenfalls eines Weckers bedienen, durch welchen dann dem Müller angezeigt wird, daß es Zeit sei, den Einfallhaken auszuheben.

In den Webemaschinen tritt oft der Fall ein, daß das Schiffchen entweder durch das Zerreißen eines Fadens, oder durch irgend eine andere Ursache angehalten wird. Um die hieraus

entstehenden Nachtheile zu verhüten, muß man sich erinnern, daß wenn sich die Lade nach dem Garnbaume, auf welchen die Kettenfäden gewickelt sind, zu bewegt, das Schiffchen von dem Treiber einen Stoß erhält, und durch den Winkel, welchen die Kettenfäden des Ober- und Untersprunges mit einander bilden, geschossen wird; daß die Lade unmittelbar darauf nach dem Zeugbaume zurückgeführt wird, um den Einschußfaden in allen Winkeln der Kettenfäden festzuschlagen, und daß die Lade, deren Querschnitt man in A (fig. F) neben (I. 7′ und K. 7′) sieht, mit wiederkehrender Bewegung den Kreisbogen ab durchläuft, dessen Mittelpunkt in c liegt, wo dann die durch den letzteren gehende Drehachse der Lade mit ihren Enden im Riegel des Gestelles liegt. Die Geschwindigkeit der Lade darf nicht gleichförmig sein, sondern muß an dem nach dem Garnbaume zu gekehrten Ende a des Bogens ab geringer sein, damit das Schiffchen Zeit genug behalte, von dem einen Ende der Lade bis zum andern zu gelangen, wobei die Breite des zu webenden Zeuges beliebig sein möge, und diese Geschwindigkeit muß in der Nähe des andern Endes b desselben Bogens beschleunigt werden, damit der Einschußfaden gehörig festgeschlagen werde. Denkt man sich nun eine mit der Lade parallele und an dieser befestigte eiserne Stange, welche sich frei um ihre Achse p drehen kann, und an jedem ihrer Enden einen Winkelhebel npmr angebracht; und denkt man sich ferner, daß die Stange durch eine in ihrer Mitte angebrachte Feder ein Bestreben erhalte, sich so zu drehen, daß die Winkelhebel in die Lage n′pm′r′ kommen, während das Schiffchen, sobald es in einer der Stellen ankommt, in welchen es nach jedem Hin- und Hergange eine kurze Zeit lang in Ruhe bleibt, die Stange auf eine solche Weise nach der entgegengesetzten Seite dreht, daß die vorerwähnten Hebel wieder in die Lage npmr kommen, so sieht man, daß wenn der Lauf des Schiffchens nicht unterbrochen worden ist, der Hebel npmr auf keins der Hindernisse α und β treffen kann, wenn die Lade den Bogen ab durchläuft, um den Einschußfaden festzuschlagen. Im entgegengesetzten Falle aber, d. h. wenn das Schiffchen durch irgend ein Hinderniß aufgehalten wird, trifft der Hebel, dessen Lage dann n′pm′r′ ist, sofort auf α, welcher, dem Drucke desselben nachgebend, niederwärts geht, und auf das Ende des Einfallhakens t drückt, wodurch dann die Scheibe D aus der Scheibe C gerückt wird, so daß dieser unmittelbar darauf gegen den unverrückbaren Widerstand β treffen muß. Die Wirkung der bewegenden Kraft ist also sofort gehemmt, und die Lade kann nicht gegen den Einschußfaden schlagen, wodurch der vorgesetzte Zweck erreicht ist.

Indessen hat die Anordnung (I. 7′) den unter manchen Umständen sehr großen Nachtheil, daß vermittelst derselben die bewegende Kraft augenblicklich auf die Maschine wirkt, welcher Uebelstand sich jedoch, nach unserer Meinung, durch die (fig. 4. Tafel XII) angegebene Einrichtung verringern ließe.

Vermittelst der so einfachen Anordnung (I. 7′) kann man z. B. in einer Mühle, in wel-

cher durch ein Rad mehrere Steine zugleich in Bewegung gesetzt werden, einen derselben anhalten, oder auch eine fortgehende kreisförmige Bewegung in wiederkehrende kreisförmige verwandeln, wie zuweilen in großen Kupferwalzwerken und fast in allen den Maschinen nöthig wird, welche man, ohne etwas an der bewegenden Kraft zu ändern, anhalten will.

(K. 7′)

Es beruht diese Anordnung mit der vorigen auf einerlei Grundsatz und weicht nur wenig von derselben ab. **AB** ist die Welle, welche durch die vorhandene Kraft stets nach derselben Richtung herumgedreht wird. Durch die Scheibe **C** wird die Scheibe **D** in Bewegung gesetzt, und letztere kann sich mit unbedeutender Reibung um die Welle **EF** drehen. In der Seitenfläche der Scheibe **D** ist ein Zapfen **e** und an der Welle **EF** ein Arm **f** angebracht, welchem die Scheibe **D** vermittelst des Hebels **PQ** beliebig näher gebracht oder von ihm entfernt werden kann, und es ist leicht zu begreifen, daß die Welle **EF** still steht oder sich umdreht, je nachdem man die Scheibe **D** von dem Arme **f** entfernt, oder den daran angebrachten Zapfen einrückt.

(L. 7′)

Eine von Prony angegebene und in den **Mémoires de l'Institut** und in den **Annales des Arts et Manufactures**, Band **XIX.** Seite **181** beschriebene Maschine.

Dieselbe ist weiter nichts als eine sehr sinnreiche Anwendung der (**I. 7′**) angegebenen Einrichtung, vermittelst deren man die Einwirkung einer bewegenden Kraft auf ein Rad beliebig aufheben oder herstellen kann, indem durch diese bewegende Kraft eine Welle umgedreht wird, um welche sich das Rad selbst mit geringer Reibung drehen läßt. Eben so kann man auch umgekehrt durch dieselbe Einrichtung die Wirkung einer bewegenden Kraft, durch welche das Rad umgedreht wird, der Welle mittheilen oder diese in Ruhe setzen.

Prony läßt ein großes wagerechtes Kammrad **AB** unmittelbar durch die bewegende Kraft umdrehen. Dies Rad dreht die beiden lothrechten Drehlinge **C** und **D** nach entgegengesetzten Richtungen um, was geschehen kann, ohne daß die wagerecht liegende Welle **EF** mit in Bewegung kommt, da sich die gedachten beiden Drehlinge um dieselbe mit geringer Reibung drehen lassen. Auf den nach der Drehachse des Kammrades zugekehrten Seiten der Drehlinge sind Kränze **n** und **m** angebracht, deren innere Seiten nach Art der Sperräder ausgezackt sind, und an dem einen Ende der Welle **EF** ist die Scheibe **G** befestigt, um welche ein Seil geht, an dessen jedem Ende ein Eimer hängt.

Der Schieber **aa** besteht aus zwei eisernen Stangen, welche zwei an ihren Enden befindliche gezahnte Kränze mit einander verbinden, und derselbe läßt sich auf der viereckigen Welle

EF hin und her schieben, indem die Stangen in zweien Scheiben befestigt sind, die mit viereckigen Oeffnungen auf der Welle sich befinden.

Es ist klar, daß wenn der Schieber **aa** nach dem Ende **E** der Welle **EF** zu bewegt wird, die Zähne der Radkränze **q** und **n** in einander greifen müssen, und daß sich dann die Welle **EF** zugleich mit dem Drehlinge **D** umdrehen wird. Treibt man dagegen den Schieber nach dem Ende **F**, so dreht sich die Welle zugleich mit dem Drehlinge **C** um, und der eine Eimer steigt, während der andere sinkt. Es kommt daher nur noch darauf an, den Schieber **aa** auf eine solche Art in wiederkehrende Bewegung zu setzen, daß die letzteren stets in einem kurzen Zeitraume, der unmittelbar auf die Ausleerung des gestiegenen Eimers folgt, Statt finde, und daß der Anfang jener Bewegung durch das Seil, an welchem der aufwärts steigende Eimer hängt, selbst bestimmt werde.

Zu diesem Ende hat Prony unter der Welle **EF** eine andere gleichfalls wagerechte Welle **SS** so angebracht, daß die Projectionen beider Wellen auf eine wagerechte Ebene einander unter einem rechten Winkel schneiden. An der eisernen Welle **SS** befindet sich eine Art von Daumen **x**, welcher zwischen die beiden mittleren Scheiben des Schiebers **aa** greift; eine Stange **h**, an deren oberem Ende eine bleierne Linse **P** befestigt ist, und zwei Klauen **s** und **t**. Etwas oberhalb jedes der beiden Eimer ist eine Verstärkung, oder auch eine Gabel, so angebracht, daß beide abwechselnd die Hebel **M** und **N** ergreifen. Diese letzteren wirken auf die Klauen **s** und **t**, und erheben diese so, daß die Stange **h** in demselben Augenblicke durch die durch ihre Drehachse gedachte lothrechte Ebene geht, in welchem sich der aufsteigende Eimer vollkommen ausgeleert hat. Dann wird die Welle **SS** durch das Gewicht der Linse **P** plötzlich gedreht, der daran befindliche Daumen **x** treibt den Schieber nach derselben Seite, und erhält diesen in seiner Lage, damit die Zähne der früher erwähnten Kränze in einander greifen, wodurch sich die Welle **EF** wieder nach entgegengesetzter Richtung herumdreht, und so fort.

Prony hat auch ein sehr sinnreiches Mittel angegeben, die Thiere, durch welche die erwähnte Maschine in Bewegung gesetzt wird, auszuspannen, sobald jene durch irgend ein zufällig eintretendes Hinderniß in der Bewegung veranlaßt werden, mehr Kraft anzuwenden, als man wünscht. (Die folgende Beschreibung dieses Mittels ist aus den **Annales des Arts**, Band **XIX.** S. **190** entnommen.)

„Die am Brustriemen **1, 1, 1** befindlichen Zugstränge gehen durch die Oeffnung **2, 2** im Joche **4, 4,** welches am Ende des Zugbaumes **3** befestigt ist. Dieser letztere ist mit der Göpelwelle verbunden, und in den Oeffnungen **2, 2** sind Rollen angebracht, um die Reibungen zu vermindern. Am Ende jedes Zugstranges befindet sich ein Ring, der auf einem in der mit Zapfen versehenen Welle **5** angebrachten Stifte hängt, während diese sich um ihre Achse drehen läßt. Um die Welle **5** ist ein Seil geschlagen, welches erst über die Rollen **6, 6, 6** läuft, und dann

neben der Göpelwelle lothrecht herabhängt, indem an demselben ein Gewicht 7 befestigt ist. Durch dies letztere, welches jeden beliebigen Werth erhalten kann, läßt sich die Größe des Widerstandes bestimmen, dem die von den angespannten Thieren anzuwendende Gewalt höchstens gleich sein soll. Nimmt man z. B. an, daß man den in Rede stehenden Widerstand auf zwanzig Pfund bestimmt habe, und daß etwa ein Stock in eines von den Getrieben falle, so würde die Maschine ohne diese Vorrichtung zerbrechen, sobald die Thiere anfingen, stärker zu ziehen. Da dann aber die Kraft, welche sie anwenden, stets größer als der von dem als Regulator dienenden Gewichte erzeugte Widerstand werden muß, so muß sich die Welle 5 um einen Winkel von 90 Grad drehen, und weil nun die Stifte nicht mehr lothrecht stehen, so gleiten die darauf gehängt gewesenen Ringe an den Enden der Zugstränge von denselben ab, die Thiere sind ausgespannt und die Maschine kann keinen Schaden erleiden." Durch die eben beschriebene Anordnung kann man auch bewirken, daß die Thiere, deren man sich zur Bewegung der Maschine bedient, sich nicht stärker anstrengen können, als man will, da man die Grenze ihrer Anstrengung stets durch das Gegengewicht bestimmen kann.

(M. 7') Tafel V.

ab ist eine Welle, welche durch irgend eine in **a** angebrachte Kraft um ihre Achse gedreht wird, und deren Zapfen **b** auf einem Stücke Holz **e** steht, welches mit zwei Rollen versehen ist, die in einen in dem Stege **n'm'** angebrachten Schlitz greifen, so daß die Welle **ab** und mithin auch die daran befindliche Schraube ohne Ende **h** ohne großen Kraftaufwand abwechselnd in die Zahnräder **F** und **G** gerückt werden können. **C** und **L** sind zwei Scheidelatten, welche die Welle in lothrechter Lage erhalten, jedoch so weit ausgeschnitten sind, daß diese sich so weit seitwärts bewegen kann, als es die geradlinige wiederkehrende Bewegung des Stückes **e**, in welchem die Spur für den Zapfen der stehenden Welle liegt, nöthig macht. An diesem Stück sind zwei Klinken **a'b'** und **cd** angebracht, die sich um die Achsen der Bolzen **a'** und **c'** drehen, welche, wie die beiden Stifte **b'** und **d** an den Enden der Klinken, bis durch die lothrechte Ebene reichen, in welcher der eiserne Winkelhebel **umn** sich bewegt. (Man sehe die beigefügte **fig. M.**) Der gedachte Winkelhebel ist an einer Welle **gf** befestigt, an welcher sich noch zwei andere an ihren Enden gabelförmig gebildete Arme **l** und **i** befinden, durch deren Gabeln die Seile, an welchen die Eimer hängen, gehen. In der Nähe des Endes **g** der gedachten Welle ist eine Stange angebracht, und am Ende der letzteren eine schwere Linse **P.** Im Tragriegel **n'm'** sind zwei Stifte **x** und **y** angebracht, deren Länge der Dicke der beiden Klinken **a'b'** und **cd** gleich ist, und an jedem der beiden Enden eines um jede der Wellen der Zahnräder **F** und **G** einmal umgewickelten Seiles hängt ein Eimer. Die Maschine wirkt nun auf folgende Art:

Ist die Maschine in der in der Figur dargestellten Lage, so treibt der Arm u zuvörderst den Bolzen a′ nach der linken Seite, wodurch die Schraube ohne Ende **h** in das Zahnrad **F** gerückt wird, die Klinke a′b′ fällt dann zugleich durch ihr eigenes Gewicht in den Stift x, so daß die stehende Welle sich nicht von dem Zahnrade entfernen kann. Ergreift jedoch der etwas oberhalb des Eimers **S** angebrachte Bolzen s die Gabel **l**, so muß der Winkelhebel **unm** sich um seine Achse drehen, der Arm **n** drückt dann gegen den Stift **b**, und hebt die Klinke aus, ehe sie noch in wagerechte Lage kommt. Aber fast unmittelbar nachdem dies geschehen, fällt die Linse **P** nach der andern Seite zu, und dann stößt der Arm u gegen den Bolzen c, und treibt dadurch die stehende Welle so weit rechts, daß die Schraube ohne Ende in das Zahnrad **G** greift, und zugleich die Klinke cd durch ihr eigenes Gewicht in den Stift y fällt. Die beiden Wellen drehen sich daher nach entgegengesetzten Richtungen um, und der eine Eimer steigt, während der andere sinkt, und umgekehrt. Am Rande jedes Eimers ist ein eiserner Haken befestigt, vermittelst dessen jeder Eimer in eine solche Lage gebracht wird, daß er sich vollkommen ausleeren kann. Diese Maschine ist von Betancourt erfunden.

In einem im Jahre 1629 in Rom erschienenen Werke von Branca, „**Le machine volume nuovo e di molto artificio del signor G. Branca, ingegniero et architeto della santa Casa di Loreto**" betitelt, ist eine Maschine erwähnt, in welcher an derselben wagerechten Welle zwei einander gegenüber liegende Zahnräder angebracht sind. Ein Kammrad an einer stehenden Welle, welche stets nach einerlei Richtung umgedreht wird, wird von einem Manne bald in das eine, bald in das andere der gedachten beiden Zahnräder gerückt, wodurch der gemeinschaftlichen Welle der letzteren eine wiederkehrende kreisförmige Bewegung mitgetheilt wird. Dieser Verwandlungsart der Bewegung bedient man sich in mehreren Maschinen, und sie kommt überhaupt häufig vor.

(N. 7′)

Je nachdem die stehende Welle oder Spindel sich mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit umdreht, entfernen oder nähern sich vermöge der Centrifugalkraft die Gewichte p und q der gedachten Welle, und der Kranz r, welcher die Welle umgiebt, wird längs derselben aufwärts oder niederwärts gleiten. Dann kann man eine solche Einrichtung treffen, daß durch die Bewegung des gedachten Kranzes ein Ventil **m** mehr oder weniger geöffnet oder geschlossen wird, welches entweder den Dampfcylinder einer Dampfmaschine vom Dampfkessel absperrt, oder die Verbindung zwischen dem Dampfcylinder und dem Condensator unterbricht, wodurch die Maschine eine beinahe ganz gleichförmige Geschwindigkeit erhält, wenn auch der Widerstand veränderlich ist. Diese Anordnung fanden wir in England auch mit Erfolg an einer Windmühle angewandt, um den Läufer vom Bodensteine zu entfernen, sobald jener sich zu schnell umzudrehen anfängt,

damit das Mehl nicht zu heiß werde; und da diese Anordnung sehr sinnreich ist, so glauben wir, daß man die Beschreibung ihrer Anwendung nicht ungern sehen werde.

Der Läufer **A** (**fig. n. 7′**) erhält, wie gewöhnlich in Windmühlen, vom oberen Mühleisen seine Bewegung, und ruht auf dem unteren Mühleisen **ab**, welches selbst wieder in der Pfanne **C** im Stege **DE** steht. Auf dem Mühleisen **ab** ist der Kranz **fg** befestigt, mit welchem vier Arme verbunden sind, in deren gabelförmigen Enden die Büchsen der Bolzen liegen, um welche sich vier eiserne Stangen drehen lassen, an deren unteren Enden die vier Kugeln **h, i, k, l** befestigt sind, von denen jede vier bis fünf Pfund wiegt. Von den oberen Enden der gedachten Stangen gehen vier Zugstangen nach dem Kranze **F** herab, der, von ihnen getragen, am Mühleisen frei hinauf und herunter gleiten kann. In diesem Kranze ist eine Rinne angebracht, in welche das gabelförmige Ende eines Armes **de** eines Hebels greift, an dessen anderem Ende der Steg **DE** hängt, welcher sich um eine durch **n** gehende Achse drehen kann.

Mit dem Läufer zugleich müssen nun sämmtliche Kugeln um die Achse des Mühleisens laufen, und wenn ersterer bei stärkerem Winde sich schneller dreht, müssen sich die Kugeln von der Drehachse entfernen. Dann sinkt der Kranz **F** und mit ihm zugleich das Ende **d** des Hebels **dem** herab, wodurch dessen anderes Ende **m**, folglich auch der Steg **DE** und somit endlich auch der Läufer **A** erhoben werden.

O'Reilly bedient sich dieser Anordnung auch in seinem Gebläse. **Annales des arts, tom. IX. p. 26.**

Böckler giebt in seinem schon bei (**E. 3**) angeführten Werke (**fig. 19**) die Beschreibung einer Roßmühle, in welcher er sich einer Vorrichtung, um den Läufer mehr oder weniger vom Bodensteine zu entfernen, bediente, welche von der so eben beschriebenen darin abweicht, daß der Hebel **dem** nicht mit dem Stege **DE** parallel, sondern auf demselben normal ist, und daß seine Bewegung nicht von der Geschwindigkeit des Mühlsteines abhängt. Der Verfasser beschränkt sich darauf, auf das Ende **d** des Hebels **dm** ein Gewicht wirken zu lassen, welches er nach Willkühr dem Drehpunkte **e** nähert, oder von demselben entfernt (nach Art des Gegengewichts einer Schnellwage), um den Abstand des Läufers vom Bodensteine zu verringern oder zu vergrößern, welcher Abstand jedoch so lange unveränderlich bleibt, als das Gewicht nicht auf einer andern Stelle des Hebels wirkt. In **fig. 47** bedient sich Böckler bei einer Wassermühle derselben Anordnung.

Ramelly hat sich in seinem schon bei (**A. 7′**) angeführten Werke ebenfalls derselben Einrichtung zu demselben Zwecke bedient.

(O. 7′) Grundriß und Durchschnitt.

In den **Annales des arts et des manufactures** von O'Reilly, Band **XXII. p. 302.** findet man die Beschreibung einer durch die Ebbe und Fluth des Meeres in Bewegung gesetzten

Mühle, welche von **Leslie** aus London erfunden worden. Da es bei dieser Mühle nur darauf ankommt, die geradlinige wiederkehrende Bewegung in eine kreisförmige fortgehende zu verwandeln, so mag hier die in dem angezeigten Werke befindliche Beschreibung ohne Weiteres folgen.

Fig. 1. Grundriß der Rades mit der Trommel, in welcher es liegt.

Fig. 2. Lothrechter Durchschnitt.

a. Stehende Welle des Rades mit eisernen Zapfen, welche sich in einer stählernen Pfanne oder Spur dreht.

bb. Flügel des Rades, die etwas gegen den Horizont geneigt sind, so daß das Wasser zwischen je zwei auf einander folgenden nach der Richtung einer Schraubenlinie abfließen kann.

cc. Trommel oder cylindrischer Mantel, in welchem sich das Rad mit möglichst geringem Spielraume zwischen den Wänden und Flügeln umdrehen kann.

dddd. Eine zweite Trommel von größerem Durchmesser, die oberhalb des Rades auf der Trommel **cc** steht und mit dieser zusammenhängt.

ee. Thüren, die sich nach entgegengesetzten Richtungen öffnen. Die auf der gegen den Strom gekehrten Seite wird durch diesen nach innen zu bis gegen den Ständer **f** gedrängt, und die dieser gegenüber liegende Thüre wird zugleich durch den Strom geschlossen. Das Umgekehrte findet Statt, sobald die Fluth aufhört und die Ebbe eintritt, wie es durch die punktirte Linie angedeutet ist.

Nun nehme man an, daß der niedrigste Spiegel des Ebbestromes bis zum Deckel der oberen Trommel reiche, damit stets einerlei Wassermenge auf das Rad wirke, so wird, wenn auch der Wasserspiegel sich mehrere Fuß über dem Deckel der oberen Trommel erhebt, der Effect nicht größer als im vorigen Falle sein.

ii. Grundbette des Stromes. Wenn dasselbe nicht tief genug läge, so könnte man es an dieser Stelle ausgraben [1]). Das Wasser dringt in die Trommel, indem die Thüre **e** sich öffnet und an den Wänden **f** anlehnt; fällt dann bis zum Boden herab, und indem es zwischen den nach Art der Schraubengänge gebildeten Flügeln durchströmt, geben diese dem Stoße nach und drehen dadurch die Welle um. Ist das Wasser bis zum Boden gelangt, so entweicht es durch die Thüröffnungen **k**. Dies findet während der Ebbe Statt; während der Fluth jedoch schließen sich die eben erwähnten Thüren, und die beiden ihnen gegenüber liegenden öffnen sich [2]);

---

1) Dies halten wir für unzulässig, denn die Geschwindigkeit des durch die Trommeln fließenden Wassers würde von dem Widerstande der stillstehenden Wassersäule wenigstens vermindert, wo nicht gar aufgehoben werden.

2) In der Zeichnung liegt das Gewinde der Thüre auf der rechten Seite falsch, und müßte ebendaselbst bei **f** liegen. Anm. d. Uebers.

das Wasser fällt wie vorher herab, und dreht daher das Rad während der Fluth nach derselben Richtung, als während der Ebbe.

Die Vorzüge dieser Art von Fluthmühlen gegen die früher erwähnten bestehen in folgendem:

1) Bedient man sich derselben zum Mahlen von Getreide, so ist, da die Wassermenge stets dieselbe bleibt, die Geschwindigkeit gleichförmiger.

2) Das Wasserrad dreht sich sowohl während der Ebbe, als auch während der Fluth, stets nach einerlei Richtung um, und zwar auf eine einfachere Weise, als bei den anders eingerichteten.

3) Da das Rad horizontal ist, so kann man in der stehenden Welle jedes beliebige Räderwerk anbringen, indem diese, so weit man will, über den Wasserspiegel hinausreichen kann.

4) Die Geschwindigkeit dieses Rades ist durch die gleiche Geschwindigkeit des Fluth- und Ebbestromes größer, als bei jedem andern, was die in den alten Rädern zur Verminderung der Reibung erfundenen Vorrichtungen unnöthig macht.

Nach Leslie's Versicherung kostet eine solche Fluthmühle auch weniger, als die früher angegebenen.

In Belidor's **Architectura hydraulica** findet man die Beschreibung verschiedener Mühlen, welche ebenfalls durch den Fluth- und Ebbestrom bewegt werden.

(P. 7′) (Grundriß und Durchschnitt.)

AB ist ein unbeweglicher, sehr stark im Boden befestigter Ständer, auf dessen oberem Ende ein gleichfalls unbewegliches Zahnrad **C** angebracht ist. Dieser Ständer umgiebt eine cylindrische Röhre **D**, welche sich auf einem im unteren Theile des Ständers angebrachten Rande aufsetzt. Mit der gedachten Röhre sind vier wagerechte Arme **ab**, **cd**, **ef**, **gh**, die mit einander rechte Winkel bilden, verbunden, und am äußeren Ende jedes dieser Arme ist ein Sitz, und auf dem einen Arme ein kleines Zahnrad **D′** angebracht, dessen Zähne in die des Rades **C** greifen. An der Warze der Kurbel **E** des kleinen Rades **D′** sind vier Seile befestigt, und jedes solches Seil läuft über eine kleine feste Rolle bis zum Ende eines Armes.

Eine auf dem einen der vier Sitze befindliche Person kann leicht vermittelst des über die vor ihr befindliche Rolle laufenden Seiles das kleine Rad **D′** in fortgehende kreisförmige Bewegung setzen, indem die Hand, mit welcher sie das Ende des Seiles gefaßt hat, eine geradlinige wiederkehrende Bewegung macht; und die Person selbst nimmt dann an der kreisförmigen Bewegung der ganzen Maschine, welche sich selbst zum Schwungrade dient, Theil.

Die Geschwindigkeit der kreisförmig fortgehenden Bewegung kann die gedachte Person nach eigenem Belieben bestimmen oder verändern.

Wenn sich anstatt einer Person zwei, drei oder vier aufsetzen, so müssen diese in Uebereinstimmung handeln, damit nicht einige den anderen entgegenwirken.

Dies ist die von Marcel Cardinet im Prärial des Jahres 10 erfundene Vorrichtung, auf welche derselbe ein Patent genommen hat, um den Liebhabern des Carousselspieles den Arbeiter entbehrlich zu machen, dessen man sich gewöhnlich zur Bewegung der Maschine bedient, und es ihnen möglich zu machen, die Geschwindigkeit beliebig zu vergrößern oder zu verringern, oder auch, sobald sie es wollen, die Maschine ganz anzuhalten.

Breguet hatte schon früher, als Cardinet die Excentricität auf sein Caroussel anwandte, dasselbe bei Taschenuhren gethan, denen er den Namen Wirbeluhren (montres à tourbillon) gab. In einer solchen Uhr dreht sich alles, was zum Regulator gehört, um eine Achse, so daß die Lage aller dazu gehörigen Stücke sich fortwährend ändert, und dadurch bei diesen Uhren nicht, wie bei den gewöhnlichen, eine Unzahl von Störungen vorkommen. Diese eines so ausgezeichneten Künstlers würdige Erfindung vermindert indessen keinesweges Cardinet's Verdienste, da dieser jene Erfindung sicherlich nicht kannte, und giebt ein sehr merkwürdiges Beispiel davon, daß Künste, die auf den ersten Blick wenig Aehnlichkeit mit einander zu haben scheinen, auf einerlei Grundsatz beruhen können.

(Q. 7′) Tafel XI.

Es sei A der Kranz eines Kronrades, dessen Zähne abcd die Gestalt von denen eines Sperrrades haben; ef und eg seien zwei Schienen, die sich frei um die Spindel, an welcher der Kranz A befestigt ist, drehen können; und fh und gh zwei andere, die mit den vorigen ein Viereck bilden, dessen Winkel bei f und g beinahe rechte sind. Durch die Augen an den Enden dieser vier Schienen gehen Bolzen, um die sie sich frei drehen können; hi ist eine Schiene, die an ihrem einen Ende h mit dem Vierecke efgh verbunden ist, indem ein Bolzen durch alle drei Schienen gh, fh und ih geht, und diese kann sich wegen der beiden Scheiden k und l nur ihrer Länge nach bewegen. An den beiden Schienen ef und eg befinden sich zwei Sperrhaken m und n, und zwar der eine auf der rechten, der andere auf der linken Seite. Diese beiden Sperrhaken sind durch Gewinde mit den Schienen verbunden, und greifen in die Zähne des Kronrades, entweder vermöge ihres eigenen Gewichts, oder weil sie von einer Feder angedrückt werden. Angenommen nun, daß die Schiene hi von h nach i zu bewegt werde, so wird der Sperrhaken m auf den Kranz wirken, und das Rad A in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung umdrehen, während der Sperrhaken n über die Zähne des Kranzes fortgleitet. Kommt aber die Schiene wieder in der Richtung von i nach h zurück, so wirkt der Sperrhaken n, während der andere m über die Zähne fortgleitet, und das Rad A dreht sich daher in beiden Fällen nach derselben Richtung herum. Die geradlinige wiederkehrende Bewegung wird mithin in fortgehende kreisförmige verwandelt.

(R. 7′) Tafel XI.

Es sei A ein mit sechs Stiften 1, 2, 3, 4, 5, 6 versehenes Rad, hp eine wagerechte Platte, die auf den Walzen B und C geht. An der Platte befindet sich ein Zapfen DE, dessen Länge dem Abstande de der Platte hp von der Mitte des Kreisbogens zwischen den beiden Stiften 1 und 2 gleich ist. FGH ist ein Hebel, dessen beide Arme FG und GH einen rechten Winkel bilden, und der sich frei um G drehen kann. Die Länge des Armes GH ist dem Halbmesser des Kreises A gleich, der Punkt G liegt in der mit der Schiene oder Platte hp parallelen Linie GK, und der Arm HG erhält durch sein Gewicht fortwährend ein Bestreben herabzusinken. f ist ein in der Platte hp befestigter Stift, und der wagerechte Abstand dieses Stiftes von der lothrechten Linie durch G ist Dd gleich. Läßt man nun das Rad A sich in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung umdrehen, so stößt der Stift 1 gegen den Zapfen DE und schiebt die Platte hp von h nach p zu, während zugleich der Stift 5 den Winkelhebel FGH wieder erhebt. Sobald der Stift 1 in e angekommen ist, hört seine Wirkung auf den Zapfen DE auf, der Arm GF des Winkelhebels FGH befindet sich in einer lothrechten Lage, und fängt an, auf den Stift f an der Platte hp zu wirken, und diese nach der Richtung ph zurückzuschieben. Wenn der Stift 5 des Rades A in 6 angekommen ist, so verläßt er den Arm GH des Winkelhebels, und dieser fällt dann auf den Stift 4 zurück, welcher sich nun an der Stelle des Stiftes 5 befindet. Der Stift 6 nimmt die Stelle des Stiftes 1 ein, und die Bewegung geht in eben der Art fort, so daß bei jeder Umdrehung des Rades A die Tafel hp sechs Hin- und Hergänge macht. Diese Einrichtung wendet Thiout in seiner Horlogerie mécanique et pratique, Paris 1741, Band I. Seite 85 in einer Maschine zum Poliren der Federn an. In demselben Werke findet man auch die Beschreibung mehrerer Hemmungen für größere Uhrwerke und für Taschenuhren.

(S. 7′) und (T. 7′) Tafel XI.

Durch diese beiden Anordnungen wird die Aufgabe, eine kreisförmige fortgehende Bewegung in eine geradlinige wiederkehrende zu verwandeln, näherungsweise aufgelößt, und man hat sich ihrer bei einigen Dampfmaschinen bedient.

In der ersten ist nm der Bug eines Krummzapfens an einer Welle n, die durch die bewegende Kraft umgedreht wird. D ist ein Lenker, der z. B. am Ende p der Kolbenstange einer Pumpe befestigt ist, welche wenigstens beinahe die Linie bb, die gleich dem Doppelten vor nm ist, durchlaufen soll. Die Abmessungen der beiden Stangen B und C und die Lage des Drehpunktes F nehme man willkührlich an, und bringe dann die Stange C nach einander in die drei Lagen Ft, Fq und Fr, die sie haben muß, wenn sich der Punkt p der Stange D in einem der Enden und in der Mitte seines Weges befindet. So erhält man auch die Lage der Punkte

q, r und s, in denen sich das andere Ende der Stange **B** zu derselben Zeit befinden muß. Durch diese drei Punkte legt man einen Kreisbogen, dessen Halbmesser und Mittelpunkt die Länge der Stange **A** und die Lage ihrer Drehachse bestimmen. Nach einigen Versuchen findet man eine für die Ausführung hinlänglich annähernde Auflösung der Aufgabe.

Bei der zweiten Anordnung (fig. **F.** 7′) nimmt man ebenfalls die Abmessungen der Stangen **E**, **I**, **H** und die Lage des Drehpunktes **F** willkührlich an, bestimmt dann, wie im vorhergehenden Falle, die Lage der drei Punkte **n**, **m** und **r**; und der Halbmesser, wie der Mittelpunkt des Kreises, der durch die drei Punkte gelegt werden kann, geben die Länge der Stange **L** und die Lage **K** ihres Drehpunktes.

§. 8.

Die kreisförmige fortgehende Bewegung mit gleichförmiger oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit soll in eine kreisförmige fortgehende Bewegung verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder beständig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist, die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

(A. 8.)

Die beiden Zahnräder **A** und **B** greifen in einander; die kreisförmige fortgehende Bewegung des einen theilt sich daher dem andern in derselben Ebene liegenden mit, jedoch nach entgegengesetzter Richtung. Will man eine drehende Bewegung nach derselben Richtung hervorbringen, so ist dazu ein drittes Rad **C** nöthig. Das Verhältniß der Geschwindigkeiten wird durch das der Durchmesser bestimmt. Ist **n** der Halbmesser des Rades **A** und **n′** der des Rades **B**, und sind **n** und **n′** ganze Zahlen und Primzahlen unter sich, so muß das Rad **A** **n′**mal und zugleich das Rad **B** **n**mal umlaufen, bevor dieselben Zähne in beiden Rädern wieder mit einander in Berührung kommen können, oder die beiden Räder **A** und **B** wieder die anfängliche Lage gegen einander haben. Breguet, der Sohn, hat diese Eigenschaft der Kreise von ungleichen Halbmessern sehr geschickt dazu benutzt, daß die Federn in den Uhren ohne Schnecken, in denen die Hemmung eine ruhende ist, beim Aufziehen nicht bis zum höchsten Grade gespannt, und wenn die Uhr abläuft, nicht ganz schlaff werden können, und zwar auf folgende Weise. Es ist bekannt, daß man in dieser Art von Uhren, die jetzt im Handel sehr häufig vorkommen, die Schnecke weggelassen hat, und dagegen das Federhaus oder die Trommel **A** (siehe fig. 5. Tafel **XII**), worin die Hauptfeder liegt, mit einem Zahnrade $\alpha\beta$

versehen ist, welches die Wirkung der Feder dem Getriebe des ersten Rades der Uhr mittheilt; eben so ist bekannt, daß die Feder mit ihrem einen Ende an ihrem Wellbaume rd, und mit dem andern an der inneren hohlen Seite der Wand der Trommel befestigt ist; daß die Länge der Feder so bestimmt wird, daß, wenn sie von vollkommener Abspannung bis zur höchsten Spannung gebracht wird, der Wellbaum rd ungefähr zwölf Umdrehungen machen kann; daß man im Allgemeinen nur die mittlere Spannung der Feder benutzt, d. h. diejenige, welche durch vier mittlere Umdrehungen hervorgebracht wird; daß der Wellbaum rd mit einem Sperrade versehen ist, wodurch die Welle verhindert wird, sich nach einer Richtung herumzudrehen, die der, welche die Feder der Trommel mitzutheilen strebt, entgegengesetzt ist; und daß es endlich die Art der Hemmung selbst ist, welche es möglich macht, die Schnecke weglassen zu können, indem die Ungleichartigkeit der Wirkung der Feder durch die des Druckes, den die Hemmung in dem kurzen Zeitraume, während dessen sie in Ruhe ist, erleidet, aufgehoben wird. Daher bringt Breguet, der Sohn, am Wellbaume rd ein Zahnrad **B** an, und läßt dies in ein anderes Zahnrad **C** greifen, welches sich frei um einen auf dem Deckel der Trommel befindlichen Zapfen drehen kann. Eine Schraube mit breitem Kopfe greift in diesen Zapfen, und hält das Rad an seiner Stelle fest. Das Verhältniß des Durchmessers des Rades **C** zu dem des Rades **B** hat er = **4 : 5** angenommen, so daß das Rad **B** vier, und das Rad **C** fünf Umgänge machen muß, bevor dieselben Zähne wieder zusammentreffen und die Räder wieder dieselbe Lage gegen einander erhalten. Wenn nun das Rad **B** still steht, welches der Fall ist, sobald die Trommel das Uhrwerk in Bewegung setzt, so muß das Rad **C** viermal um das Rad **B** laufen, bevor es dies wieder mit demselben Punkte im Anfangspunkte der Bewegung berührt, und es dreht sich dann fünfmal um seine eigene Achse, bevor dieselben Zähne wieder mit einander in Berührung kommen. Nimmt man nun an, daß die in der Trommel **A** eingeschlossene Feder gänzlich abgespannt sei, und daß man den Wellbaum dr, und folglich auch das Rad **B**, nach der durch den Pfeil angedeuteten Richtung achtmal umdrehe, so erhält man den größten Werth von der Wirkung der Feder, welche man benutzen will. Es kommt nun darauf an, die weitere Umdrehung des Wellbaumes rd zu hindern, und wir wollen annehmen, daß die Figur die Lage, welche die beiden Räder **B** und **C** in diesem Augenblicke gegen einander haben, darstelle. Wenn man die Entfernung de in i halbirt, und den Halbkreis dfe beschreibt, so ist klar, daß in einem der Punkte dieses Halbkreises die Hindernisse auf einander treffen müssen, durch welche der gewünschte Erfolg auf die vortheilhafteste Art erhalten wird. Allein dies ist noch nicht hinreichend, denn in dem Augenblicke, in welchem das Rad **B** angehalten wird, wird das Rad **C** von der Trommel umgedreht, und wenn man annimmt, daß das Verhältniß des Durchmessers des Rades **C** zum Durchmesser des Rades **B** gleich n′ zu n sei, so kann das Rad **C** nicht wieder zu dem Punkte zurückkommen, in welchem es sich befinden würde, nachdem es n′ Umgänge um

das Rad **B** gemacht hat, weil die Hindernisse sich früher treffen, der als Berührungspunkt angenommene Punkt mag im Halbkreise dfe liegen, wo er wolle. Sie treffen einander aber unter verschiedenen Winkeln, und dies paßt nicht für den vorgesetzten Zweck. Es muß daher noch eine andere Bedingung erfüllt werden, und zwar die, daß die Hindernisse einander unter einem rechten Winkel treffen, bevor das Rad **C** seinen nten Umgang um das Rad **B** vollendet hat. Es sei f der verlangte Punkt, so muß die Länge des Bogens ab der Länge des Bogens ac gleich sein, denn wenn man die Trommel in der dem Pfeile entgegengesetzten Richtung umdreht, so fällt der Punkt b mit dem Punkte c zusammen, und wenn der Mittelpunkt e des Rades **C** im Punkte g angekommen ist, so hat man den Winkel $def = dgf$, wodurch also sämmtliche Bedingungen erfüllt sind; al ist der vierte Theil des Umfanges des Kreises **B** und ak der des Kreises **C**; man hat daher

$$ah = ak = al\frac{n'}{n}.$$

Wenn man daher $ah = al\frac{n'}{n}$ macht, und durch den Punkt h die Linie $dg = de$, und vom Punkte d die Normale df auf ge zieht, so giebt diese Normale die Lage des Punktes f an, in welchem die beiden Hindernisse auf einander treffen müssen, das Verhältniß $n : n'$ mag sein, welches es wolle. Im gegenwärtigen Falle hat man $ah = al\frac{4}{5}$ oder Winkel $gde = 72°$. Ist die Lage des Punktes f einmal bestimmt, so bringt man die beiden Daumen p und q so an, wie in der Figur angegeben ist. Wenn der Mittelpunkt des Rades **C** in g angekommen ist, bevor dies seinen n′ten Umlauf beendet hat, so steht die Uhr still, und wenn man sie wieder aufziehen will, muß man das Rad **B** nach der durch den Pfeil angedeuteten Richtung herumdrehen; das Rad **C** dreht sich dann in der entgegengesetzten Richtung um seine Achse, und der Daumen p drückt, wie im Anfange, gegen den Daumen q.

In den Uhren ohne Schnecken wird der Grad der Ausdehnung der Feder durch nichts angezeigt, woraus dann oft ein zu frühes Aufziehen oder Stehenbleiben der Uhr erfolgt, welcher Uebelstand in den Uhren mit Schnecken nicht Statt findet. Breguet, der Vater, hat den Zustand der Uhr, auf den es hier ankommt, bemerkbar gemacht, und zwar auf folgende Art. In einem Theile mn der Achse rd schneidet er ein Schraubengewinde ein, und schraubt auf dies eine Mutter st, deren Gestalt die eines abgekürzten Kegels ist. Auf der Oberfläche der Trommel befindet sich ein Stift u (oder auch zwei), der durch die Mutter reicht, ohne diese an der Bewegung nach der Richtung der Achse rd zu hindern. Zieht man dann die Uhr auf, so dreht sich die Spindel um, ohne fortrücken zu können, und da die Mutter wegen der Stifte u sich nicht drehen kann, so muß sie in der Richtung der Achse der Spindel rd fortrücken, wie unter (C. 3) angegeben ist. So lange die Uhr aber geht, dreht sich die Mutter um und durchläuft

zugleich den Weg, den sie während des Aufziehens gemacht hat, nach entgegengesetzter Richtung, so daß ihre Bewegung eine wiederkehrende geradlinige ist, welche endlich in kreisförmige wiederkehrende verwandelt wird, und zwar vermittelst eines Winkelhebels a′b′c′d′, dessen Arme auf ihrer gemeinschaftlichen Drehachse normal stehen, und dessen kürzerer Arm c′d′ die konische Oberfläche der Mutter berührt, während der längere a′b′ auf dem Zifferblatte der Uhr an einem angemessen eingetheilten Kreisbogen anzeigt, wie weit die Feder angespannt ist.

Wenn die drei Räder **A**, **B** und **C** gleiche Durchmesser haben, so wird, während das erste **A** einen Umgang in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung macht, das zweite **B** ebenfalls einmal in entgegengesetzter Richtung umlaufen, und das dritte **C** eben so nach der Richtung des ersten Rades, wie durch die verschiedenen Pfeile angedeutet ist.

Nimmt man aber an, daß das Rad **A** unbeweglich sei, und daß die Räder **B** und **C** mit dem Rade **A** durch eine Schiene verbunden seien, so ist klar, daß wenn man diese Schiene um den Mittelpunkt des Rades **A** einmal umgedreht hat, die beiden Räder **B** und **C** in Bezug auf **A** ebenfalls einen Umgang gemacht haben müssen, wie im vorhergehenden Falle. Denn in Hinsicht auf die Theile der Umfänge der drei Räder, die nach und nach mit einander in Berührung kommen, ist es gleichgültig, ob das erste Rad **A** sich einmal um seine eigene Achse drehe, oder ob das zweite und das dritte sich einmal um dieselbe Achse drehen; im zweiten Falle nehmen jedoch die Räder **B** und **C** an der Drehbewegung der Schiene, in welcher ihre Drehachsen liegen, Theil, welches von der vorgedachten Bewegung durchaus unabhängig ist; woraus folgt, daß das Rad **B**, welches sich der Schiene entgegen um seine Achse dreht, in Beziehung auf die Achse von **A**, während eines Umganges der Schiene, zwei Umgänge vollendet. Da sich das Rad **C** nach der entgegengesetzten Richtung um seine Achse dreht, und diese zugleich mit der Schiene um die Achse von **A** geführt wird, so dreht sich **C**, in Bezug auf diese, gar nicht, weshalb die auf der Seitenfläche des letzteren Rades gezogenen Linien und alle damit auf irgend eine Weise verbundenen sich nur parallel mit sich selbst bewegen.

Dieser Vorrichtung bedient man sich oft, um zu zeigen, wie die Achse der Erde in jedem Punkte ihrer Bahn mit sich selbst parallel bleiben könne.

Die Maschinen, deren man sich gewöhnlich in den Porzellanmanufacturen bedient, um die erforderlichen steinartigen Stoffe zu zerstoßen und endlich in feinen Staub zu verwandeln, bestehen bekanntlich in einem großen horizontalen Rade, welches entweder durch thierische Kräfte oder durch Wasser bewegt wird. Durch dies Rad werden vier bis sechs Getriebe an stehenden Wellen umgedreht, deren jede in einem Kübel **A**, **A**, **A**, **A** geht. (Man sehe Tafel **XII. fig. 6** den Grundriß und den Durchschnitt **No. 1.**) In jedem Kübel befindet sich ein Bodenstein **C**, der an die Wände desselben genau anschließt und auf dem ein anderer **D** liegt, der ebenfalls

kreisrund und dessen Durchmesser größer als der Halbmesser von C ist. Dieser Stein D dient als Läufer, und ist durch eine Klammer edbc an dem unteren Ende der Welle ac eines Getriebes befestigt. (Anstatt der beiden Steine C und D bedient man sich oft mit Vortheil zweier Porzellanplatten und beschwert dann die Platte D durch einen andern Körper.) In die Kübel bringt man dann die Erde, füllt sie darauf mit Wasser an und setzt die Maschine in Gang. Nach Verlauf einiger Zeit bemerkt man, daß die Steine C und D sich nicht gleichmäßig abgenutzt haben, indem die vom Drehpunkte c mehr entfernten Theile stärker angegriffen sind. Die beiden Oberflächen berühren daher einander nicht mehr in allen Punkten, und der Theil fngmh bleibt leer. Um die Uebelstände, welche daraus entstehen, daß die Ränder der beiden Steine sich von einander entfernen, zu verringern, läßt man gewöhnlich zwischen dem Steine D und der Klammer edba einen kleinen Spielraum, so daß der erstere in dem Maße, wie sich die Ränder abnutzen, herabsinkt; allein hierdurch wird dem Uebel nicht wirklich abgeholfen, sondern nur der Zeitpunkt, wo die Steine erneuert werden müssen, etwas weiter hinausgeschoben. Der Stein oder Läufer D kann sich nur in seiner ganzen Oberfläche gleichförmig abnutzen, wenn alle seine Punkte in gleichen Zeiten gleiche Räume durchlaufen, was dann geschieht, wenn jede auf der gedachten Oberfläche gezogene Linie sich nur mit sich selbst parallel bewegt. Unter diesen Umständen läßt sich von der hier erwähnten Anordnung Gebrauch machen. Die stehende Welle geht durch den Steg BB (fig. 6. Grundriß und Durchschnitt No. 2) ruht auf einem Rande nn, und ist am unteren Ende mit einem auf ihrer Achse ab normalen Arme cb versehen, und aus dem Mittelpunkte d des Läufers D geht ein Stift de durch ein rundes Loch im Arme cb, der das Rad e trägt. Das Rad h kann sich frei um den Stift fh auf dem Arme cb drehen, und wird durch die an demselben Stifte fh angebrachten Ränder gehalten. Das Rad g ist am Stege BB befestigt, die Welle ab geht in seinem Mittelpunkte frei durch dasselbe, und die Durchmesser der drei Räder e, h und g sind gleich.

Ein anderes außerordentlich einfaches Mittel, um die verlangte parallele Bewegung zu erhalten, ist folgendes: Vom Mittelpunkte d des Läufers D (man sehe fig. 6. Grundriß und Durchschnitt No. 3) geht der cylindrische Stift de frei durch eine im wagerechten Arme rb der stehenden Welle ab angebrachte kreisförmige Oeffnung, und von einem andern in der verlängerten Richtung von cd, weiter als c von d entfernten Punkte f des Läufers geht ein anderer Stift fg frei durch eine im wagerechten Arme ki der stehenden vom Stege BB getragenen Welle hi angebrachte runde Oeffnung; die beiden Arme ik und rb müssen gleich sein. Wenn die Welle ab umgedreht wird, so beschreibt der Punkt d um den Mittelpunkt c einen Kreis, dessen Halbmesser = dc ist, und der Punkt f beschreibt einen andern Kreis, dessen Halbmesser fh = cd ist. Diese beiden Halbmesser bleiben stets parallel, und dasselbe gilt für jeden Punkt der Oberfläche des Läufers.

Welches von diesen beiden Mitteln man auch anwenden mag, so würde sich die Oberfläche des Läufers D immer überall gleich stark abnutzen, wenn sie überall vollkommen gleichartig wäre, und beim Steine C dasselbe Statt fände. Leider aber ist dies nicht der Fall, vielmehr nimmt die Reibung in der Oberfläche von C vom Mittelpunkte nach dem Umfange zu ab, und die gedachte Oberfläche wird daher hohl, zugleich aber auch die des Läufers erhaben; und wir sind überzeugt, daß die Steine längere Zeit dauern würden, als es bei der jetzt gebräuchlichen Einrichtung der Fall ist.

Hiernach sehen wir die in der kaiserlichen Spiegelmanufactur zu St. Petersburg ausgeführte Polirmaschine, von der uns Herr (Joseph) Sureda eine Zeichnung mitgetheilt hat, als eine Verbesserung oder Vervollkommnung der Reibemaschine an. In dieser Maschine werden die Polirplatten durch eine Vorrichtung in Bewegung gesetzt, welche der eben beschriebenen vollkommen ähnlich ist. abcd (fig. 7. Tafel XII) ist eine eiserne Stange, welche von fünf Krummzapfen e, e, e, e, e von gleichem Buge getragen wird, die, wie aus der Figur zu ersehen, so angeordnet sind, daß die Buge stets mit einander parallel bleiben, während der im Mittelpunkte angebrachte Krummzapfen von der bewegenden Kraft, die in dieser Maschine auf ein Wasserrad wirkt, um seine Achse gedreht wird. Man sieht leicht, daß vermöge dieser Anordnung jeder Punkt der Stange einen Kreis beschreibt, dessen Halbmesser der Länge des Kurbelbuges gleich ist, wodurch es möglich wird, den Druck zu vermindern, indem man die Stange an Seile s, s hängt, welche an der Decke befestigt sind.

Die Polirplatten f, f, f wirken auf den Spiegel, und man verändert entweder ihre Lage oder die des Spiegels, je nachdem es nöthig ist.

Bei einem Räderwerke vermindert man die Hindernisse, welche aus dem Eingreifen der Zähne des einen Rades in die des andern entstehen, dadurch, daß man sowohl Räder als Getriebe konisch einrichtet. Dasselbe Resultat erlangt man auch, wenn man Räder in einander greifen läßt, deren Zähne so gebildet sind, daß alle auf der Drehachse normale Querschnitte derselben einander gleich sind, wie es in den gewöhnlich vorkommenden Zahnrädern der Fall ist. Diese können daher so betrachtet werden, als wären sie durch eine mit ihrer Drehachse parallele Bewegung ihres auf jener normalen Querschnittes erzeugt worden; bei Winkelrädern hat aber der erzeugende Querschnitt eine zwiefache Bewegung, nämlich eine mit der Achse parallele und eine Drehbewegung um diese; weshalb jeder Punkt eine Schraubenlinie beschreibt.

(B. 8.)

Dieselbe Aufgabe ist hier vermittelst eines Seiles oder einer Kette ohne Ende aufgelöst. Die Bewegung findet entweder nach einerlei, oder nach entgegengesetzten Richtungen Statt, je

nachdem das Seil um die beiden Räder geht, ohne sich zu kreuzen, oder sich zwischen denselben kreuzt.

Aus Gründen, deren Entwickelung in die Physik gehört, haben Ketten oder Seile fortwährend ein Bestreben, ihre Länge zu verändern, und um dieselbe immer in gleicher Spannung zu erhalten, bedient man sich eines Gegengewichts oder einer Feder. Diese müssen jedoch so angebracht werden, daß die im Seile erzeugte Spannung auch zugleich auf die Umdrehung des Rades wirkt, in dem die bewegende Kraft angebracht ist, und zwar nach derselben Richtung, nach welcher die bewegende Kraft wirkt. Das Gegengewicht leistet dann sehr gute Wirkung, und kann mit Erfolg bei allen Maschinen angewendet werden. Wenn aber die durch die Wirkung des Gegengewichts im Seile hervorgebrachte Spannung in einer Richtung wirkt, die der der Kraft entgegengesetzt ist, so wird die Wirkung = 0.

Man hat die Ketten, je nach den Umständen, auf verschiedene Art eingerichtet, und man findet in der „Encyclopédie" (Artikel Ketten) mehrere solcher genau beschrieben. In den **Annales des arts et manufactures, No. 41.** Seite **213**, findet man die Beschreibung einer von Hancock angegebenen Art.

(C. 8.)

In dieser Figur sind verschiedene Mittel zusammengestellt, deren man sich häufig bedient, um die Bewegung eines Rades einem andern mitzutheilen.

(D. 8.)

Eine Schraube ohne Ende, welche ihre kreisförmige Bewegung einem Rade mittheilt. Die Richtung der bewegenden Kraft ist auf der des Rades normal, und man bedient sich dieser Anordnung in außerordentlich vielen Fällen.

(E. 8.) (Grund- und Aufriß.)

In der Seidenzwirnmühle zu Piemont kommt eine besondere Anwendung der Schraube ohne Ende vor, wo sie einen sehr großen Durchmesser **AB** hat und ihr Schraubengang in sechs gleiche Theile getheilt ist, welche jedoch sämmtlich zwischen zwei parallelen Ebenen liegen. Man nennt diese Gewinde (Serpes) und sie sind in der Figur durch die Buchstaben ab bezeichnet. Vermittelst dieser Gewinde wird der Wellbaum **H** umgedreht, in dessen Umfange sechs Zapfen oder Stifte de angebracht sind. Die Beschreibung dieser Art von Mühlen findet man in der **Description des arts et métiers**, welche von der Akademie herausgegeben ist, und in der **Encyclopédie par ordre de matières.**

(F. 8.)

Dieselbe Aufgabe läßt sich auch noch durch konische Räder auflösen, welche als zwei abgekürzte, mit Zähnen versehene Kegel zu betrachten sind, und deren man sich häufig in Maschinen bedient. Die Figur stellt eine der gebräuchlichsten Anwendungen derselben dar, und zwar die des unter dem Namen Traubenbohrer oder Windelbohrer (vilebrequin) sehr bekannten Instrumentes, dessen sich die Zimmerleute häufig bedienen. (Hachette giebt in seinem Traité élémentaire des machines die Theorie dieser Art von Räder, die man Winkelräder oder konische Räder nennt.)

(G. 8.)

A und **B** sind zwei Scheiben, deren Ebenen auf einander normal sind, und welche sich einander ihre Bewegungen durch ein um sie selbst und um die beiden Handrollen **C** und **D** laufendes Seil ohne Ende mittheilen. Die Scheibe **B** kann sich um ihre Achse und in der Richtung von **a** nach **b** bewegen, und in diesem Falle muß die Anordnung als zu §. 17 gehörig betrachtet werden; allein wenn man der geradlinigen Bewegung ihrer Achse ein Hinderniß entgegensetzt, so dreht sich die Scheibe **B**, ohne ihre Lage verändern zu können, und die Bewegung gehört dann in den gegenwärtigen Paragraphen. Man bedient sich dieser Einrichtung vorzüglich in den Baumwollenspinnmaschinen.

(H. 8.)

AB und **CD** seien zwei Wellen, an deren jeder sich drei Räder, **a**, **b**, **c** und **a′**, **b′**, **c′** befinden. Die beiden Räder **a** und **a′** haben gleiche Durchmesser, eben so die beiden Räder **b** und **b′** und **c** und **c′**, welche, wie die Figur zeigt, angebracht sind. Die Räder auf der Welle **AB** sind auf dieser fest gemacht, die auf der Welle **CD** hingegen können sich um dieselbe mit unbedeutender Reibung drehen, jedoch kann jedes der letzteren Räder, vermittelst der unter (**I. 7′** oder **K. 7′**) beschriebenen Anordnung, beliebig mit der Welle verbunden werden. Dadurch kann man die Welle **CD** mit derselben Geschwindigkeit sich umdrehen lassen, wie die Welle **AB**, wenn man das Rad **b** eingreifen läßt; mit größerer Geschwindigkeit aber, wenn man **c′** mit **a**, und mit geringerer, wenn man **a′** mit **c** in einander greifen läßt.

(I. 8.)

AB, **CD** und **EF** sollen drei parallele Wellen sein, an deren jeder zwei Zahnräder **a** und **b** befindlich sind, von denen diejenigen, welche auf der Welle **AB** (deren Umdrehung durch die vorhandene bewegende Kraft bewirkt werden mag) angebracht sind, sich mit dieser zugleich umdrehen, während sich die übrigen respective um ihre Wellen mit unbedeutender Reibung drehen

können, wobei man sie jedoch auf die unter (**I. 7′** und **K. 7′**) angegebene Art dahin bringen kann, daß sie sich mit ihren Wellen zugleich umdrehen. Angenommen, die mit **a** bezeichneten Räder haben gleiche Durchmesser, eben so auch die mit **b** bezeichneten, der Durchmesser der letzteren sei aber das Zweifache von dem der ersteren, so kann man die Räder auf folgende verschiedene Arten in einander greifen lassen.

1) Die an den Wellen **CD** und **EF** befindlichen Räder **b** greifen in das an der Welle **AB** befindliche Rad **a**; dann drehen sich die beiden Wellen **CD** und **EF** nach einerlei Richtung (welche der der bewegenden Kraft entgegengesetzt ist), und zwar mit einer Geschwindigkeit, welche halb so groß wie die der Welle **AB** ist.

2) Die an der Welle **CD** und **EF** befindlichen Räder **a** greifen in das an der Welle **AB** befindliche Rad **b**; dann drehen sich die beiden ersten Wellen nach einerlei Richtung mit einer Geschwindigkeit um, die zweimal so groß ist, wie die der Welle, auf welche die bewegende Kraft wirkt.

3) Das an der Welle **CD** befindliche Rad **b** greife in das auf der Welle **AB** befindliche Rad **a** und das auf der Welle ab befindliche Rad **b** in das auf der Welle **EF** befindliche Rad **a**; dann drehen sich die beiden Wellen **CD** und **EF** nach einerlei Richtung, und die Geschwindigkeiten von **AB**, **CD** und **EF** verhalten sich wie **2 : 1 : 4**.

4) Das an der Welle **CD** befindliche Rad **a** greife in das an der Welle **AB** befindliche Rad **b**, und das an der Welle **AB** befindliche Rad **a** in das an der Welle **EF** befindliche Rad **b**; dann drehen sich die beiden Wellen **CD** und **EF** nach einerlei Richtung um, und die Geschwindigkeiten von **AB**, **CD** und **EF** verhalten sich wie **2:4:1**.

(K. 8.) (Grund- und Aufriß.) Tafel VI.

Eine kreisförmige fortgehende gleichförmige Bewegung in eine andere kreisförmige veränderliche zu verwandeln, deren Geschwindigkeit sich nach einem gegebenen Gesetze verändert.

Diese Aufgabe läßt sich allgemein auflösen. Wenn eine Welle **D** **n** Umgänge machen soll, während eine andere **C** nur einen mit veränderlicher Geschwindigkeit macht, so sieht man leicht, daß zwei Punkte der beiden Wellen wieder dieselbe Lage gegen einander haben müssen, nachdem die Welle **D** sich **n**mal, die Welle **C** sich aber nur einmal gedreht hat. Es müssen dann die von diesen Punkten durchlaufenen Räume nach **n** Umdrehungen von **D** oder nach einer von **C** gleich sein.

Um die Anwendung zu vereinfachen, wollen wir annehmen, daß beide Wellen in gleicher Zeit eine Umdrehung vollbringen; denn hat man nur begriffen, was für diesen Fall nöthig ist, so bieten alle andere nicht die geringste Schwierigkeit dar.

PQ und **MN** mögen die Wellen zweier Räder sein; **aCb** und **aDd** zwei solche Kreisausschnitte, daß Bogen **ab** = Bogen **ad** ist. Beide seien gezahnt und so hoch angebracht, wie die Linie **1, 1** angiebt; **b'efC** und **d'nmD** seien ebenfalls zwei Ausschnitte von gleichen Halbmessern, also Bogen **b'ef** = Bogen **d'nm**; beide gezahnt und in der Höhe der Linie **2, 2** angebracht. Eben so seien auch **qCp** und **qDr** zwei einander und den Ausschnitten **aDd** und **abC** gleiche Ausschnitte, und in der Höhe der Linie **3, 3** angebracht.

Man sieht, daß durch diese Anordnung die Geschwindigkeiten für endliche Zeiten verändert werden können, und zwar in jedem beliebigen Verhältnisse, wenn man nur die Bedingung erfüllt, daß die mit **A** bezeichneten Punkte nach **n** Umdrehungen der Welle **MN** wieder zusammentreffen.

Die Ausführung dieser Maschine ist mit einigen Schwierigkeiten verbunden, und zwar darum, weil die Gestalt der Zähne sich ändert, sobald das Verhältniß der Geschwindigkeiten in ein anderes übergeht, welche Schwierigkeit jedoch dadurch verringert wird, daß man die Zähne sehr klein macht. In dem Falle, wo man sie nicht kurz genug machen könnte, müßte man an der fraglichen Stelle durch eine äußere Kraft, wie z. B. durch eine Feder oder durch ein Gegengewicht, nachhelfen.

Dieselbe Aufgabe läßt sich auch durch zwei abgekürzte Kegel **A** und **B** fig. (**K'**) von gleichen Abmessungen auflösen, welche auf die in der Figur angegebene Art, d. h. in einiger Entfernung von einander und so aufgestellt sind, daß ihre Achsen parallel und die kleinere Grundfläche von **A** oben und in gleicher Höhe mit der größeren Grundfläche von **B** liegt. Auf jeder der gekrümmten Oberflächen der beiden abgekürzten Kegel ist eine Rinne nach Art einer Schraubenlinie ausgeschnitten, in deren Anfangspunkte das eine Ende einer Schnur **mn** an der großen Grundfläche von **B** befestigt ist, und nachdem man die Schnur nach dieser Spirallinie in die Rinne gewickelt hat, macht man das andere Ende derselben im gegenüberliegenden Punkte der großen Grundfläche von **A** fest. Es ist klar, daß wenn sich der abgekürzte Kegel **A** nach der gehörigen Richtung mit gleichförmiger Geschwindigkeit umdreht, der andere **B** sich ebenfalls herumdrehen wird, allein mit veränderlicher und abnehmender Geschwindigkeit, die anfänglich größer, wie die von **A**, dann dieser gleich, und zuletzt um so kleiner wird, jemehr sie im Anfange größer gewesen. Die Schnur **mn** liegt dann in der auf der gekrümmten Oberfläche von **A** eingeschnittenen Rinne, und die Bewegung kann dann nicht mehr in derselben Richtung fortgesetzt werden.

Wenn man in der gekrümmten Oberfläche der beiden abgekürzten Kegel **A** und **B** keine Rinnen nach Schraubenlinien ausarbeitet, sondern die gedachten Flächen glatt läßt, und anstatt der Schnur **mn** eine Schnur ohne Ende anbringt, die um beide Kegel läuft, so läßt sich leicht einsehen, daß diese Schnur sich in jeder Entfernung von den Grundflächen der Kegel anbringen

läßt, ohne daß man nöthig hätte, ihre Länge zu verändern. Man nehme zuerst an, daß die Schnur ohne Ende um die unteren Enden der Kegel liege, so wird eine gleichförmige Drehbewegung von **A** im Kegel **B** eine eben solche erzeugen. Die Geschwindigkeit von **B** wird jedoch größer wie die von **A**, und zwar in einem bekannten Verhältnisse, welche nun so lange, als man will, beibehalten werden kann. In dem Grade, wie man die Schnur ohne Ende dem Obertheile des Kegels näher bringt, ändert sich dies Verhältniß der Geschwindigkeiten, und sie werden einander gleich, sobald die Schnur bis zur Mitte der Höhe des Kegels gebracht worden. Oberhalb dieses Punktes erfolgt dann das Umgekehrte von dem, was unterhalb desselben Statt fand. Die Engländer bedienen sich dieser Einrichtung mit dem besten Erfolge, um die Geschwindigkeiten bei fortgehender kreisförmiger Bewegung zu verändern, vorzüglich für die Drehscheiben, die in Fayence- und Porzellanmanufacturen gebraucht werden. Sie heben oder senken das Seil ohne Ende vermittelst einer in der Mitte zwischen beiden Kegeln angebrachten Fußwinde, deren Zahnstange mit jenen beiden Achsen parallel ist, und durch welche die Lage des Seiles ohne Ende bestimmt werden kann. Diese Anordnung ist sehr einfach, und es lassen sich durch dieselbe alle erforderlichen Veränderungen der Geschwindigkeiten hervorbringen.

(L. 8.) (Grund- und Aufriß.)

Wenn man annimmt, daß die Bewegung einer der beiden Wellen **MN** und **PQ** in der vorhergehenden Figur gleichförmig sei, so kann man die der andern gleichförmig beschleunigen oder verzögern, wenn man sich des Mittels bedient, welches Roëmer, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, beim Bau eines Rades angewandt hat, durch dessen Umdrehung die Ungleichheit der Umdrehungszeiten der Planeten dargestellt werden kann. (Machines approuvées par l'Académie, Band **I. No. 24.**)

Roëmer bedient sich eines konischen Getriebes **A**, durch dessen ganze gekrümmte Oberfläche die ausgearbeiteten Zähne reichen, wie man in der Figur sieht. Diese Zähne bestehen aus Eisen und greifen in die eines ebenfalls konischen Rades **B**, welche in einer auf dessen gekrümmter Oberfläche verzeichneten Schraubenlinie **abc** liegen, wobei es kaum der Erwähnung bedarf, daß die Gestalt, die Lage und die Abmessungen jedes dieser Zähne durch die Gestalt und die Lage des Theiles des Zahnes des Getriebes bestimmt werden, mit dem sie in Berührung kommen.

Es ist dies nur ein besonderer Fall der so eben aufgelösten allgemeinen Aufgabe.

(M. 8.) (Grund- und Aufriß.)

A sei eine Trommel, **B** ein abgekürzter Kegel, in dessen gekrümmte Oberfläche eine Rinne nach einer Schraubenlinie eingeschnitten ist, welche von der Grundfläche bis zur Spitze geht; und **abc** ist eine Schnur, deren Ende **a** am Kegel nahe an dessen kleinerer Grundfläche befestigt

ist. Diese Schnur lege sich in die Rinne, und sei in einem Punkte c in der gekrümmten Oberfläche der Trommel befestigt; dann wird die gleichförmige drehende Bewegung der Trommel eine veränderliche drehende Bewegung des abgekürzten Kegels erzeugen, und umgekehrt wird die drehende Bewegung der Trommel veränderlich, wenn der abgekürzte Kegel sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit umdreht.

In den Uhren bedient man sich als bewegende Kraft einer Feder, welche in der Trommel **A**, die man auch Federhaus nennt, liegt, und der abgekürzte Kegel **B** ist unter dem Namen der Schnecke bekannt. Um die eingeschnittene Rinne wickelt sich die Kette, die von der Schnecke nach dem Federhause oder der Trommel geht, und vermöge der Ungleichheit der Durchmesser der Gänge der Schraubenlinie erhält die Schnecke die Eigenschaft, die Ungleichförmigkeit der Kraft der Feder auszugleichen.

Die Uhrmacher geben der Schnecke vermittelst einer Abgleichestange oder Schneckenwage die Gestalt, welche sie für eine gegebene Feder haben muß.

In Leupold's **Theatrum machinarum**, Band **I.** Tafel **48** findet man die Beschreibung mehrerer Maschinen, welche dazu dienen sollen, die Kraft des Windes zu messen. Die erste derselben besteht aus einem Segel oder einem lothrechten Rahmen auf einem Wagen, welcher auf einer wagerechten Platte steht, an deren einem Ende sich eine wagerechte Welle befindet, auf der eine Trommel und eine Schnecke angebracht ist. Eine am Wagen befestigte Schnur läuft über eine am Ende der Platte angebrachte Handrolle, und ist an der Trommel befestigt, um welche sie einigemal gewickelt ist. Eine andere Schnur ist an dem der Drehachse zunächst liegenden Theile der Schnecke befestigt und wird durch ein Gewicht gespannt. Das Ganze ist so angeordnet, daß, wenn der Rahmen sich ganz am Ende der Platte befindet, das Gewicht, welches die Welle nach einer Richtung umzudrehen strebt, sich mit der durch den Rahmen hervorgebrachten Reibung im Gleichgewichte befindet. Wenn man dies Instrument nun so aufstellt, daß die Richtung des Windes auf das Segel normal trifft, so läuft der Wagen auf der Platte nach der Länge fort. Dies kann jedoch nicht Statt finden, ohne daß sich zugleich die Trommel um ihre Achse drehte, und die Schnur, an welcher das Gewicht hängt, sich auf die Schnecke wickelt. Es tritt daher ein Augenblick ein, in welchem ein Gleichgewicht Statt findet, und dann ergiebt sich aus der Größe des Halbmessers der Schnecke für den Punkt, wo sie von der Schnur berührt wird, die Kraft des Windes. Alle übrige von Leupold angegebene Maschinen beruhen auf demselben Grundsatze.

(N. 8.)

AB ist eine unbewegliche Schiene, in deren Schlitz mn die Welle des Zahnrades **C** greift. Vermittelst einer Feder erhält dies Rad ein Bestreben, sich dem Punkte **A** zu nähern; **D** ist

eine z. B. elliptische Platte, deren Umfang mit Zähnen versehen ist. Die gleichförmige kreisförmige Bewegung des Rades **C** theilt der Platte **D** eine drehende Bewegung mit, deren Geschwindigkeit veränderlich ist. Bei dieser Anordnung ist es eben so schwierig, als bei den in (**K.** 8) und (**L.** 8) angegebenen, daß die Zähne ineinandergreifen, und sie erfordert streng genommen eigentlich unendlich kleine Zähne. Statt dessen kann man auch eine Schnur ohne Ende gebrauchen, die entweder etwas elastisch ist, oder durch ein Gewicht oder eine Feder gespannt wird, wobei man jedoch die bei (**B.** 8) über die Art der Anbringung dieses Gewichts gemachte Bemerkung nicht außer Acht lassen darf.

(**O.** 8.)

Allgemeine Kuppelung, deren man sich bedient, um die Ebene, in welcher eine kreisförmige Bewegung Statt findet, zu verändern. Man gebraucht sie in astronomischen Instrumenten, wenn der Beobachter entfernteren Punkten, die in verschiedenen Ebenen liegen, eine kreisförmige Bewegung mittheilen muß, ohne seine Stelle zu verlassen.

Betancourt und Breguet haben sich dieser Anordnung auf eine sehr sinnreiche Art bei ihren Telegraphen an den Stellen bedient, wo die telegraphische Linie Winkel bildet. In einer dem National-Institute überreichten Abhandlung haben sie gezeigt, daß wenn die Geschwindigkeit der einen Welle gleichförmig ist, die der andern veränderlich sein muß, und daß die Geschwindigkeit der ersten sich zu der der zweiten verhält, wie die wahren Werthe der Winkel, welche in einer auf der Achse der ersten Welle normalen Kreisfläche von dem Halbmesser gebildet werden, die den Umring in eine gewisse Menge gleicher Theile theilen, zu dem scheinbaren Werthe derselben Winkel, wenn diese von einem Beobachter gemessen würden, der sich in einer sehr großen Entfernung in der Verlängerung der Achse der zweiten Welle befände. Die Kenntniß dieser Eigenschaft ist für die Berechnung der verschiedenen Widerstände, welche bei dieser Anordnung Statt finden, sehr nützlich, zumal wenn man sie im Großen anwendet, wie dies in Holland geschieht, wo man sich ihrer bedient, um die Neigung der archimedischen Schnecke zu verändern, welche durch Windmühlen getrieben werden, und zur Entwässerung dienen.

Wenn man den Winkel, den die beiden Achsen der beiden hier wagerecht angenommenen Wellen mit einander einschließen, **I** nennt, **a** den Winkel, den der lothrechte Halbmesser des Kreises, dessen Ebene auf der Achse der sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit drehenden Welle normal ist, mit einem andern Halbmesser einschließt, und **a′** den zugehörigen scheinbaren Winkel, so ist $\text{tang. a}' = \frac{\text{tang. a . Cos. I}}{\text{R}}$.

Aus dem Unterschiede der Geschwindigkeiten beider Wellen ergiebt sich der Unterschied, welcher zwischen der Kraft und dem Widerstande für den Zustand des Gleichgewichts Statt findet.

Droz hat die allgemeine Kuppelung in einem von ihm erfundenen Walzwerke angewandt.

In den Annales des arts et manufactures, No. 24. Band VIII. Seite 317 findet man die Beschreibung einer in England allgemein bekannten, von Wright erfundenen Säemaschine, worin die allgemeine Kuppelung ebenfalls gebraucht ist. Jene Beschreibung ist aus dem Repertory of arts and manufactures, Band XV. Seite 369 genommen.

Außerdem kann man nach Caspar Schott's Technica curiosa sive mirabilia artis, 1664. Seite 664 nachsehen.

(P. 8.)

AB sei eine Welle, welche wegen eines Hindernisses oder wegen besonderer Umstände nicht aus einem einzigen durchgehenden Stücke gebildet werden kann, während jedoch beide Stücke sich eben so drehen sollen, als wenn sie zusammen ein einziges ausmachten.

An den beiden Stücken der unterbrochenen Welle AB befestige man zwei Räder E und F von gleichen Durchmessern. Neben AB, und mit derselben parallel, also in gleichem Abstande von den Rädern E und F, bringe man die Welle MN an, die mit zwei Rinnen C und D versehen ist, welche eben so weit als die Räder E und F von einander entfernt sind. Um die Räder E und F und die Rinnen C und D laufen zwei Seile ohne Ende, und zwar auf einerlei Art, d. h. zwischen beiden Wellen müssen entweder beide sich kreuzen, oder nicht, damit die Bewegung der Welle MN der aus zwei Stücken bestehenden eben so mitgetheilt werde, als bestände diese nur aus einem Stücke. Denn wenn das eine dieser Seile ohne Ende sich kreuzte und das andere nicht, so würde sich der eine Theil der gebrochenen Welle nach der einen, der andere aber nach der entgegengesetzten Richtung umdrehen.

(Q. 8.)

Die Mechaniker müssen sich oft verschiedener Mittel bedienen, um entweder die Ungleichförmigkeit der bewegenden Kraft unschädlich zu machen, oder die Maschinen und die Arbeiter vor zuweilen sehr schlimmen Unfällen zu sichern, welche aus zu plötzlichen Veränderungen einer der Kräfte, welche auf die Maschine wirken, entstehen können. Die Schnecken (M. 8), deren man sich in den gewöhnlichen Taschenuhren bedient, um die ungleichförmige Wirkung der Feder gleichförmig zu machen, sind allgemein bekannt; eben so auch die verschiedenen Mittel, die man anwendet, um ein Pendel von stets gleicher Länge zu erhalten, während die Veränderungen in der Temperatur stets die entgegengesetzte Wirkung hervorzubringen streben, so wie die Vorrichtungen, welche bewirken, daß ein Wagbaum seine Schwingungen in gleichen Zeiträumen vollbringe; ferner der Gebrauch des Windfanges in Schlaguhren, durch welchen vermöge des Widerstan-

des, den die Flügel bei ihrer Bewegung gegen die Luft erleiden, die zu schnelle Bewegung, die durch die vorhandene Kraft erzeugt werden würde, gemäßigt wird, welcher Anordnung man sich auch in andern Maschinen bedient. In (N. 7′) haben wir schon die Einrichtung angegeben, deren man sich bei der Dampfmaschine bedient, um die Wirkung des Dampfes zu reguliren. In solchen Maschinen, wo Menschen als bewegende Kraft wirken, wie z. B. in einigen von denen, welche man in den Seehäfen gebraucht, entweder um den Boden zu vertiefen, oder um sehr beträchtliche Lasten zu erheben oder herabzulassen, würde das Leben der Arbeiter, sobald das Tau zerreißen sollte, in großer Gefahr sein, wenn man nicht, wie allgemein geschieht, eine große hölzerne Feder anwendete, die unter dem Namen Presse bekannt ist und gegen den Umring eines großen Rades drückt. Die Reibung hebt in einigen Augenblicken die durch einen solchen Unfall erzeugte Störung auf, und sichert die Arbeiter und die Maschine vor jeder Beschädigung, wie schon in der Bemerkung Seite 59 gezeigt ist.

Breguet hat vor kurzer Zeit in einer Pendeluhr eine Vorrichtung angebracht, durch welche die veränderliche Wirkung der bewegenden Kraft auf die äußersten beweglichen Stücke der Uhr fast gleichförmig gemacht wird, und zwar dadurch, daß die Reibung mit der bewegenden Kraft zugleich zunimmt; diese Vorrichtung ist jedoch nach unserer Meinung auch auf andere Fälle anwendbar. Sie besteht aus drei Rädern A, B, C, welche auf einer Platte EEEE′ angebracht sind; aus zwei Getrieben und einer starken Feder D, deren nach den Umständen veränderlicher Drehpunkt in E′ liegt. Durch diese Feder geht in D der eine Zapfen des Rades B, und dieselbe drückt auf eine runde Scheibe, welche auf der Welle des Rades C befestigt ist.

Nimmt man nun an, daß das Rad A durch eine veränderliche Kraft, z. B. durch die einer Feder, nach der Richtung des Pfeiles gedreht werde, so wird dies Rad um so stärker gegen das Getriebe des Rades B drücken, je größer die Kraft ist, welche auf dasselbe selbst wirkt. Da aber der Zapfen des Getriebes in die Feder D greift, so wird diese gegen B zu gedrängt, mithin ihr äußeres Ende gegen die an der Welle des Rades C angebrachte Scheibe. Dadurch wird die Reibung im Umfange derselben bedeutend vergrößert, und mithin das Uebermaß an Kraft im Rade C, welches Statt finden würde, wenn die Feder im Zustande der größten Spannung wäre, vermindert.

(R. 8.) (Grundriß und Ansicht.)

A und B sind zwei Räder von verschiedenen Durchmessern, wie in der Figur angegeben, die sich beide um einen gemeinschaftlichen beweglichen Wellbaum mit unbedeutender Reibung drehen lassen, aber in verschiedenen Ebenen liegen. Im Umfange des Rades A ist eine Rinne ausgeschnitten, in welcher eine Schnur ohne Ende Raum hat, und im Umfange des Rades B befindet sich nicht nur eine eben solche Rinne, sondern es sind damit auch noch mehrere Schei-

ben von andern Durchmessern verbunden, in deren Umfange ebenfalls Rinnen eingeschnitten sind.

An einer auf den Ebenen, in welchen sich die beiden Räder A und B drehen, normalen Welle sind zwei Räder C angebracht, deren Durchmesser dem Unterschiede der Halbmesser der beiden Räder A und B gleich ist, und zwar so, daß die Zähne des einen in die des Rades A, die des andern dagegen in die des Rades B greifen. Auf welche Art dies geschehen soll, ist willkührlich, und hängt von den Umständen ab, welche der Erbauer der Maschine zu berücksichtigen hat.

An jedem Ende der Schiene ef befindet sich ein Auge, und um die gemeinschaftliche Welle der beiden Räder A und B läßt sich das eine dieser beiden Augen mit unbedeutender Reibung drehen, während sich das andere Auge ebenso um die Welle der beiden mit C bezeichneten Räder drehen läßt, so daß die Achse der letzteren mit der der ersten Welle parallel und in gleicher Entfernung von derselben bleiben muß.

D ist eine Welle, welche durch die bewegende Kraft in fortgehende kreisförmige Bewegung gesetzt wird, und zwei Seile ohne Ende tragen diese Bewegung nach entgegengesetzten Richtungen auf die beiden Räder A und B über.

Um der Aufgabe eine allgemeinere Gestalt zu geben, wollen wir zunächst annehmen, daß die Durchmesser der beiden mit C bezeichneten Räder ungleich seien. Setzt man dann den Halbmesser des Rades $A = r$, den des in dasselbe greifenden Rades $C = e$, den des Rades $B = r'$, und den des zweiten mit C bezeichneten Rades, welches in das Rad B greift $= e'$; die Winkelgeschwindigkeit des Rades $A = v'$, die des Rades B, welche in einer der Bewegung des Rades A entgegengesetzten Richtung erfolgt, $= v$, und die Geschwindigkeit der Stange $ef = v''$, welche übrigens als der Halbmesser eines dritten Kreises betrachtet werden kann; so findet man die Gleichung, welche die Beziehung, in der diese Größen zu einander stehen müssen, ausdrückt, auf folgende Weise:

Man nehme an, daß das Rad B unbeweglich sei, und die Schiene ef einmal um die gemeinschaftliche Drehachse von A und B laufe, so mußte während derselben Zeit das Rad A nach der Richtung der Bewegung der Schiene $1 + \frac{r'}{e'} \cdot \frac{e}{r} = \frac{re' + r'e}{re'}$ Umläufe gemacht haben, und wenn man dagegen annimmt, daß A unbeweglich sei und die Schiene ef einmal umlaufe, so würde das Rad B während derselben Zeit und nach derselben Richtung $\frac{re' + r'e}{r'e}$ Umläufe gemacht haben, und hieraus folgt

$$v'' = \frac{v.\,re' - v'r'e}{re' + r'e}\ ^{1)}$$

und wenn man, wie in fig. (R. 8) geschehen, annimmt, daß $e = e'$ sei, so ist

$$v'' = \frac{vr - v'r'}{r + r'}.$$

Die Stange ef bleibt daher jedesmal unbeweglich, wenn $vr = v'r'$ ist, d. h. wenn die Räder A und B sich nach entgegengesetzten Richtungen und mit Winkelgeschwindigkeiten drehen, die sich umgekehrt wie ihre Halbmesser verhalten, was dann der Fall ist, wenn die Seile um die Kränze der beiden Räder A und B gehen, gleichviel, welches Verhältniß die Durchmesser zu einander haben. Durch diese Vorrichtung kann man die Umdrehungsgeschwindigkeit der Stange ef so klein machen, als man will. Da man aber Räder, welche die Form des in der Figur mit A bezeichneten haben, in der Ausübung wo möglich vermeiden muß, so haben wir an dessen Stelle ein anderes von gewöhnlicher Form angenommen und die vorigen Bezeichnungen beibehalten. Dann findet sich die in diesem Falle erforderliche Gleichung auf folgende Art:

Nimmt man an, daß das Rad B unbeweglich sei, so macht das Rad A $1 - \frac{r'}{e'} \cdot \frac{e}{r}$ Umläufe, während die Schiene einmal umläuft, und zwar nach derselben Richtung, als diese, wenn $1 > \frac{r'e}{e'r}$, und nach der entgegengesetzten Richtung, wenn $1 < \frac{r'e}{e'r}$ ist.

Auf dieselbe Art findet man, daß wenn das Rad A während eines Umganges der Schiene ef unbeweglich ist, das Rad $B = 1 - \frac{r.e'}{e.r'}$ Umläufe macht, während die Schiene ef einmal umläuft, und zwar nach derselben Richtung als diese, wenn $1 > \frac{r.e'}{e.r'}$, und nach der entgegengesetzten Richtung, wenn $1 < \frac{r.e'}{e.r'}$ ist.

---

1) Es wäre nämlich bei der ersten Annahme, wenn die Zeit eines Umlaufes der Stange t hieße:

$$t = \frac{2\pi}{v''} = \frac{\frac{re' + r'e}{re'}.\,v\pi}{v}$$

also $v'' = \frac{vre'}{re' + r'e}$; und eben so bei der zweiten Annahme $v'' = \frac{v'r'e}{re' + r'e}$; mithin, wenn die beiden Räder A und B sich zugleich und nach entgegengesetzter Richtung bewegen, die Winkelgeschwindigkeit der Stange ef gleich dem Unterschiede der beiden zuletzt gefundenen Werthe, oder so groß, wie oben angegeben. A. d. Ueb.

Da in dem einen der so eben erwähnten Fälle $1 > \frac{r}{e} \cdot \frac{e'}{r'}$, in dem andern aber $1 < \frac{r'}{e'} \cdot \frac{e}{r}$ sein muß, so folgt daraus, daß, wenn die beiden Räder **A** und **B** nach entgegengesetzten Richtungen gedreht werden, beide gemeinschaftlich auf Umdrehung der Schiene ef nach einer Seite zu wirken.

Wir haben vorher angeführt, daß das Rad **A** während eines Umganges der Stange $\frac{re' - r'e}{re'}$ Umläufe vollbringe. Man nehme an, daß das Rad **A** sich nach derselben Richtung bewege, so wird während eines Umganges des letzteren die Schiene ef $\frac{re'}{re' - r'e}$ mal umlaufen; während eines Umganges des Rades **B** nach einer Richtung, welche der von **A** entgegengesetzt ist, macht aber die Schiene ef außerdem noch nach der Richtung von **A** $\frac{r'e}{re' - r'e}$ Umgänge. Wirken daher beide Räder zugleich auf die Schiene, so findet die Gleichung

$$v'' = \frac{v.re' + v'r'e}{re' - r'e}$$

Statt, in welcher $r + e = r' + e'$ ist.

Wenn sich die beiden Räder **A** und **B** nach einer Richtung umdrehen, so erhält man, wenn man $v = v' + t$ setzt, $v'' = v' +$ dem durch t erzeugten Effecte, wenn man annimmt, daß das Rad **B** unbeweglich sei.

(S. 8.) Tafel XI.

Wir wollen jetzt annehmen, daß die Durchmesser der beiden schon vorher erwähnten Räder **A** und **B** gleich seien, und anstatt der beiden Räder **C** nur ein einziges vorhanden sei, dessen Theilriß in einer Ebene liegt, welche auf denen der Räder **A** und **B** normal ist, und daß alle drei Räder konisch seien. Das Rad **C** kann sich frei um die Welle rse drehen, und diese ist mit einer Oeffnung s versehen, durch welche die Welle **DE** hindurchgeht. Die drei Räder **A**, **B** und **C** werden durch Räder, die an den Wellen **DE** und esr angebracht sind, verhindert, n ch der Länge der Welle auszuweichen.

Das Rad **C** hat eine doppelte Drehbewegung, nämlich eine um seine Achse rs, und die andere um die Achse der Welle **DE**.

Nennt man die Winkelgeschwindigkeiten der Räder **A**, **B** und **C** nach der Reihe v, v' und v'', und nimmt man an, daß die Räder **A** und **B** sich nach entgegengesetzten Richtungen umdrehen, so erhält man durch Schlüsse, die denen in den beiden vorhergehenden Fällen ähnlich sind,

$$v'' = \tfrac{1}{2}(v - v').$$

An der Welle rse kann man noch einen Kranz rnem anbringen, dessen Ebene mit der der Räder A und B, wie in der Figur angegeben, parallel ist, und dessen äußerer Rand entweder kreisförmig sein, oder jede beliebige andere Gestalt erhalten kann, die man ihm zu geben wünscht, oder wie es die gegebenen Umstände erfordern, und den man dann nach den unter (A. 7) gegebenen Grundsätzen verzeichnen kann. Durch dies Mittel läßt sich eine kreisförmige Bewegung in eine geradlinige wiederkehrende verwandeln, und zwar für jedes beliebige Gesetz in Bezug auf Veränderung der Geschwindigkeit oder der Richtung der Bewegung.

Die eben beschriebene Vorrichtung ist sehr einfach, kann bei sehr kleinen Abmessungen ausgeführt werden, und läßt sich, wie wir durch einige Beispiele zeigen werden, in einer unendlichen Menge von Fällen anwenden.

§. 9.

Die kreisförmige fortgehende Bewegung mit gleichförmiger oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit, soll in kreisförmige wiederkehrende Bewegung verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder beständig, oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist; die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

Die Bewegungen (E. 7), (U. 7), (B. 7′), (E. 7′), (G. 7′), (H. 7′), (I. 7′), (K. 7′), (L. 7′), (M. 7′) können ebenfalls als zu diesem Paragraphen gehörig angesehen werden.

(A. 9.)

A ist ein wellenförmig gezahntes Kronrad, welches dem Winkelhebel PSR eine kreisförmige wiederkehrende Bewegung mittheilt. In dem schon erwähnten Aufsatze von Deparcieux findet man die Verzeichnung der Schablonen zu solchen wellenförmigen Zähnen. Mémoires de l'Académie. (Das Umgekehrte findet nicht Statt.)

(B. 9.)

Es ist dies ein besonderer Fall der Anwendung der vorhergehenden Vorrichtung, in welcher nur eine wellenförmige Erhöhung angebracht ist. Die Beschreibung derselben findet man im Repertory of arts and manufactures, Band III. Seite 220; in der Specification of the patent granted to *M. William Fulton*, etc., for his method of working pumps (as well on board ships as on land) rubbing-boards used in bleaching and all other mechanical

machines of similar natures, by means of cylinder with its appertenances, und in den Annales des arts et manufactures, Band XXII. Seite 325.

In der gekrümmten Oberfläche eines Cylinders kann man eine Rinne von dieser Form einschneiden, dann in dieselbe die Enden zweier Hebel greifen lassen, und dadurch die Kolben von zwei Paaren Pumpen zugleich in wiederkehrende Bewegung bringen, so daß je zwei Kolben aufwärts gehen, während die beiden andern niederwärts getrieben werden.

Leupold wendet in seinem bereits erwähnten Theatrum machinarum hydraulicarum, Band I. diese Vorrichtung dazu an, das Wasser vermittelst zweier Eimer in die Höhe zu heben. Er bringt die Vorrichtung (B. 9) im obern Ende einer stehenden Welle, an der sich ein horizontales Wasserrad befindet, an, gegen dessen Schaufeln ein fließender Wasserstrahl stößt und die Welle stets nach derselben Richtung umdreht. Ein lothrechtes, also mit der Achse der Welle paralleles Stück Holz unterstützt das eine Ende eines langen wagerechten Balkens, der als Wagebaum angesehen werden kann, während das vorerwähnte Stück Holz die Stelle eines Kunstkreuzes vertritt. An jedem der beiden Enden des Wagebaumes hängt ein Eimer, und durch Reibungsrollen wird derselbe von einer der unter (B. 9) angeführten gleichen Vorrichtung getragen. Die fortgehende kreisförmige Bewegung der Wasserradswelle bringt den Wagebaum in eine schwingende Bewegung, und die beiden Eimer erheben abwechselnd das Wasser aus einem tiefer liegenden Sumpfe in einen höher liegenden Behälter.

(C. 9.) (Grundriß und Ansicht.)

Aus der bereits unter (A. 7) angeführten Abhandlung von Deparcieux wird man leicht die Verzeichnung einer krummen Linie amnp ableiten können, nach welcher eine Rinne ausgeschnitten und mit einem Hebel AB verbunden wird, der sich frei um eine quer durch sein Ende A gehende Achse drehen kann. Wenn man annimmt, 1) daß das Rad M sich gleichförmig um seine Achse drehe; 2) daß der in einem Punkte der Seitenfläche des Rades M befestigte Stift p in die nach der krummen Linie amnp ausgearbeitete Rinne greife, so kann diese krumme Linie eine solche Gestalt erhalten, daß der Hebel AB Schwingungen macht, welche eine von folgenden Bedingungen erfüllen: 1) daß die von jedem Punkte der Schiene AB beschriebenen Bogen mit gleichförmiger Geschwindigkeit von derselben durchlaufen werden; 2) daß diese Geschwindigkeit sich nach einem gegebenen Gesetze verändere; und 3) daß nicht der Bogen, sondern dessen Sehne mit gleichförmiger oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlicher Geschwindigkeit durchlaufen werde.

Die in der Figur verzeichnete krumme Linie leistet der ersten dieser drei Bedingungen Genüge.

Bayerische Staatsbibliothek München

(D. 9.) (Grundriß und Ansicht.)

Man kann auch die Rinne amnp auf der Seitenfläche des Rades M anbringen, und so einrichten, daß die kreisförmig gleichförmige Bewegung des Rades M dem Hebel AB eine schwingende Bewegung mittheilt, welche einer der drei bei der vorhergehenden Anordnung gegebenen Bedingungen entspricht, und zwar vermittelst eines am Hebel befestigten Stiftes p, welcher in die nach der krummen Linie amnp ausgearbeitete Rinne greift. Die in dieser Figur verzeichnete Curve erfüllt die erste der gedachten Bedingungen. Die Einrichtungen, welche wir in diesem und in den vorhergehenden Artikeln angegeben haben, sind verschiedener nützlicher Anwendungen fähig, indem sich dadurch eine Menge merkwürdiger Aufgaben lösen lassen.

Wenn man die im Hebel Statt findende kreisförmige wiederkehrende Bewegung betrachtet, so gehören sämmtliche angegebene Anordnungen in den gegenwärtigen Paragraphen; befestigt man jedoch eine mit einer Rinne versehene Schiene nach der Richtung der Sehne des Bogens, so läßt sich an der Stelle, wo diese Rinne von einer andern im Hebel, die nach dessen Länge gebildet ist, geschnitten wird, ein Stift anbringen, dessen Bewegung eine wiederkehrende geradlinige sein wird. In diesem Falle gehören die beiden Anordnungen (C. 9) und (D. 9) zu §. 7. Dasselbe findet Statt, wenn von der Bewegung einer Last die Rede ist, welche vermittelst eines um eine Handrolle gehenden Seiles am Ende der Schiene hängt. Theilt man endlich dem Rade M eine kreisförmige wiederkehrende Bewegung mit, so gehören dieselben Anordnungen zu §. 17 und §. 19.

Volet hat die Anordnung (D. 9) in der Hemmung einer Uhr angewandt. (Machines approuvées par l'Académie royale de Paris, Band VIII. No. 450.)

(E. 9.)

Durch eine mit Daumen versehene Welle A wird der Hammer B gehoben, indem dieser sich um eine durch C gehende Achse dreht. Diese Anordnung ist zu bekannt, als daß darüber noch etwas anzuführen wäre.

(F. 9.) (Grundriß und Ansicht.)

Auflösung der Aufgabe, welche die umgekehrte von der in der Ueberschrift des gegenwärtigen Paragraphen angegebenen ist. A ist das Ende der Welle eines großen Rades oder eines Schwungrades, an welchem ein Sperrad B befestigt ist; CC ist ein Rad, welches sich mit unbedeutender Reibung um die Welle des Schwungrades drehen läßt, und an welchem sich ein Sperrhaken q befindet, den eine Feder in die Zähne des Sperrades einzugreifen nöthigt.

Die kreisförmige wiederkehrende Bewegung des Rades C theilt dem Schwungrade, dessen Welle A ist, eine kreisförmige fortgehende Bewegung nach derselben Richtung mit, wirkt aber

Bayerische Staatsbibliothek München

nur während der Hälfte seiner Schwingung. In dem schon früher bei (H. 7) erwähnten, von Prony und Mollard erstatteten Berichte findet man die Anwendung, welche White in seiner Maschine von dieser Bewegung gemacht hat.

Ridley, ein englischer Künstler, hat dieselbe Anordnung auf die Drechselbänke zum Drehen aus freier Hand so angewandt, daß die bewegende Kraft in dem Augenblicke wirkt, in welchem der Fuß auf das Trittbret gesetzt wird, und die Wirkung derselben geht fortwährend auf den Punkt über, in welchem der Effect am größten sein muß. Die Beschreibung dieses neuen Rades für Drechselbänke zum Drehen aus freier Hand findet man in den Annales des arts et manufactures, No. 19 und 20.

(G. 9.)

Dies ist eine Anwendung der vorhergehenden Anordnung. PQ ist ein Wagebaum, der seine kreisförmige wiederkehrende Bewegung dem Rade C durch das Seil abcde mittheilt, welches durch das Gewicht R oder durch eine Feder angespannt wird. Das Rad C dreht sich mit unbedeutender Reibung um die Welle A des Schwungrades N, und das Ende dieser Welle ist mit einem Sperrade versehen, in welches der am Rade C befestigte Sperrhaken α fällt. Bei kreisförmiger wiederkehrender Bewegung des Rades C wird das Schwungrad nach einer Richtung umgedreht.

In No. 46 des VI. Bandes der Bibliotheca britannica ist im Artikel Arts eine Anwendung dieser Vorrichtung beschrieben. „Erläuterung des dem Thomas Bingen ertheilten Patents über die Art und Weise, eine drehende Bewegung aus einer kreisförmig wiederkehrenden zu erhalten, die letztere mag durch eine Dampfmaschine oder auf irgend eine andere Weise erzeugt werden.“ Der Redacteur hat hier eine Anmerkung über die Schwungräder beigefügt.

(H. 9.) Tafel VII.

AB ist ein Wagebaum, der sich um die durch C gehende Achse schwingt, cd ein Lenker, der sich frei um einen Bolzen c bewegen kann, und an dessen Ende d das Zahnrad E befestigt ist, welches in ein anderes an der Welle des Schwungrades N festgemachtes Zahnrad F greift. Auf der entgegengesetzten Seite der beiden Zahnräder E und F liegt eine Schiene ef, welche das Rad E immer in gleicher Entfernung von der Achse des Schwungrades erhält. Durch die wiederkehrende kreisförmige Bewegung des Wagebaumes AB wird das Rad E auf und nieder getrieben, was jedoch nicht geschehen kann, ohne daß das Rad F sich um seine Achse dreht. Je nach der Einrichtung der Maschine könnte die wirkliche Bewegung fortgehend oder wiederkehrend sein, doch wegen der Trägheit der Masse des Schwungrades geschieht es, daß sie nothwendig fortgehend und fast gleichförmig ist. Das Entgegengesetzte findet im Anfange der Bewegung

Statt. In den Dampfmaschinen bedient man sich dieser unter dem Namen Laufgetriebe bekannten Vorrichtung, und Prony hat sie in seiner **Architectura hydraulica**, Theil **II.** Seite **118** beschrieben [1]).

Man sieht leicht, daß, obgleich die beiden Räder **E** und **F** gleiche Durchmesser haben, das Schwungrad **N** während jeder Schwingung des Wagebaumes sich zweimal umdrehen muß, und man braucht daher das Schwungrad bei dieser Anordnung nicht so groß zu machen, als wenn man sich des gewöhnlichen Krummzapfens bedient, um denselben Effect zu erhalten.

(I. 9.)

Das Folgende ist ein Auszug aus einem dem Edmund Cartwright in England ertheilten Patente auf eine durch Dampf erzeugte drehende Bewegung, deren Geschwindigkeit nach Willkühr vermehrt werden kann, ohne daß man Zahnräder brauchte. Die Uebersetzung dieses Auszugs aus dem Englischen findet sich im **Journal des mines, No. 59.** Seite **825.**

„Auf dem oberen Theile **AB** des Gerüstes, welches den Dampfkessel, den Dampfcylinder, das Schwungrad und alle beweglichen Theile der Maschine umfaßt, liegt eine Welle, an welcher sich eine Scheibe **C** befindet, über die eine am oberen Ende der Kolbenstange **T** befestigte Kette läuft. (Die Scheibe **C** erhält durch den Kolben und das Gegengewicht **P** eine wiederkehrende kreisförmige Bewegung.) An derselben Welle befindet sich ein Krummzapfen **D**, der vermittelst eines Lenkers **K** mit einem über oder neben dem Dampfkessel angebrachten Hebel **F** verbunden ist. Unterhalb oder oberhalb, oder auch neben der ersten Welle liegt die des Schwungrades **G**, und an deren anderm Ende ist ein Krummzapfen **H** angebracht, welcher auf dieselbe Art, als der vorige (vermittelst des Lenkers **I**), mit dem vorerwähnten wagerechten Hebel **F** verbunden ist.“

„Wenn die Scheibe **C** durch den Kolben **T** in Bewegung gesetzt wird, so wird dadurch zugleich der Krummzapfen **D** am Ende ihrer Welle, und ebenso die Welle des Schwungrades **G** in Bewegung gesetzt, weil beide mit dem Hebel **F** in Verbindung stehen. Wenn daher die Scheibe einmal in der Richtung von **a** nach **b**, und dann in der von **b** nach **a** durch den Kolben und das Gegengewicht bewegt wird, und der an ihrer Welle befestigte Krummzapfen sich nach derselben Richtung bewegt, so macht der Krummzapfen an der Welle des Schwungrades dieselben Hin- und Hergänge, wofern nicht seine Länge, wie dies jedoch stets der Fall sein muß, so bestimmt ist, daß die Warze je am Ende ihres Laufes sich auf der entgegengesetzten Seite des zugehörigen Durchmessers befindet, und in diesem Falle wird im Schwungrade eine fortgehende kreisförmige Bewegung Statt finden.“

---

1) In der Uebersetzung von Langsdorf, Seite 94. (§. 1472.) A. d. Ueb.

„Wenn der Krummzapfen an der Welle der Rolle C so angeordnet ist, daß er nie einen ganzen Umlauf macht, so geht seine Warze durch f von e nach a, also in derselben Richtung, nach welcher sich jeder beliebige Punkt der Scheibe bewegt. Dann bewirkt der Krummzapfen, daß während jedes Auf- und jedes Niederganges des Kolbens der Wagbaum einen Hingang und einen Rückgang macht; während welcher Zeit auch das Schwungrad G zwei Umdrehungen vollbringt. Wenn ferner der Durchmesser der Scheibe so eingerichtet ist, daß sie bei jedem Aufgange einen und einen halben Umgang macht, und bei jedem Niedergange eben soviel, so macht der Wagebaum während jedes Kolbenhubes drei Schwingungen; und wenn endlich der Durchmesser der Scheibe so groß ist, daß sie bei jedem Kolbenhub zwei Umgänge vorwärts und rückwärts macht, so macht zugleich der Wagebaum vier Schwingungen, und das Schwungrad dreht sich viermal um.“

„Man sieht, daß das Schwungrad nach dieser Anordnung eine gegebene Geschwindigkeit erhalten kann, ohne daß es nöthig wäre, Zahnräder anzubringen.“

(K. 9.)

Das gewöhnliche Trittbret. Wenn man annimmt, daß die Kurbel an der Welle des Schwungrades durch eine unbiegsame Stange mit dem Ende des unteren Hebels (oder des Trittes) verbunden wäre, so ist das Verhältniß zwischen den Theilen des Trittes und ihre Wirkung auf einander nicht mehr unbestimmt, was bis zu einem gewissen Grade Statt findet, wenn man sich eines biegsamen Körpers bedient. Nimmt man z. B. als gegeben an: 1) die Länge des Trittes, 2) die Lage der Drehachse desselben; 3) die Größe des Winkels, den der Tritt bei jeder seiner Schwingungen durchläuft; 4) Die Lage der Drehachse des Schwungrades gegen die des Trittes, so sind die Längen des Bugs der Kurbel und die der unbiegsamen Stange bestimmte Größen. Um ihre Werthe zu finden, denke man sich das Trittbret, d. h. den untern Hebel einmal in seiner höchsten und einmal in seiner tiefsten Lage, und ziehe zwei gerade Linien vom Mittelpunkte des Schwungrades nach den Endpunkten des Trittes in diesen beiden Lagen. Die erste dieser beiden Entfernungen ist bekannt; sie muß der Länge der unbiegsamen Stange weniger der Länge des Kurbelbugs gleich sein; die zweite ist ebenfalls bekannt, und muß den beiden vorgedachten Größen gleich sein. Die unbiegsame Stange, welche länger als der Kurbelbug sein muß, ist daher der halben Summe der beiden Abstände der Drehachse des Schwungrades vom Ende des Trittes in dessen beiden äußersten Lagen gleich, und der Bug muß der Hälfte des Unterschiedes dieser beiden Entfernungen gleich sein. Nimmt man an, daß die Wirbelgeschwindigkeit des Trittes gleichförmig sei, so ist die des Schwungrades stets veränderlich; diese Ungleichförmigkeiten in den Geschwindigkeiten werden jedoch um so geringer,

je kleiner der Winkel ist, durch den der Tritt bewegt wird, und je weiter die Drehachse des Schwungrades von der des Trittes abliegt.

(L. 9.)

Die Verwandlung einer kreisförmig gleichförmigen Bewegung in eine kreisförmige wiederkehrende, deren Geschwindigkeit sich nach einem gewissen Gesetze ändert, ist eine Aufgabe, deren Auflösung die Aufmerksamkeit der Uhrmacher, welche sich mit Anfertigung von Pendel- und Aequationsuhren beschäftigt haben, auf sich gezogen hat. Ein Beispiel davon findet sich in den Machines approuvées par l'Académie, Band IV. No. 267.

„Vorlegewerk einer Pendeluhr, welche die wahre Zeit angiebt, vom Vikarius von St. Cyr erfunden."

„Am Jahrrade A ist eine Platte BCD befestigt, deren Rand nach der Aequationscurve gebildet, und in welche eine mit dem Rande gleichlaufende Rinne eingeschnitten ist. In dieser läuft ein an der um den Punkt F beweglichen Schiene EF befestigter Stift fort, und reicht zugleich auch durch eine zweite Schiene EG, die an der Röhre H, welche der Minutenzeiger I trägt, befestigt ist, so daß dieser während mehr als seines halben Umganges den Veränderungen der Aequationscurve folgt, was dazu hinreichend ist."

Andere Vorrichtungen zur Auflösung derselben Aufgabe findet man in folgenden Aufsätzen im Recueil des machines approuvées par l'Académie des sciences:

Pendule qui marque le temps vrai, inventée par *Le Bon*, horloger, Band III. No. 146.

Quadrature de pendule qui marque le temps vrai, von demselben, Band IV. No. 235.

Pendule qui marque le temps vrai, inventée par *Kriegleissen*, Band IV. No. 269.

Quadrature d'une pendule qui marque le temps vrai et le temps moyen, par *Thiout*, Band IV. No. 278.

Montre à équitation, inventée par *J. B. Dutertre*, Band VII. No. 453.

Pendule à équitation, inventée par *Ferdinand Berthoud*, Band VII. No. 488.

Une autre pendule, Band VII. No. 495.

(M. 9.)

Eine andere von Breguet in einer Aequationsuhr angewandte Vorrichtung ist folgende:

Sie besteht aus zwei Theilen, von denen der eine fest, der andere aber beweglich ist.

Der feste Theil ist die Platte AAAA, welche durch vier Schrauben gehalten wird, und nach der Aequationscurve ausgeschnitten ist.

Der bewegliche Theil besteht aus einer Platte gg, die ihre Drehachse in a hat, und mit welcher eine Auslösung, deren Drehpunkt in b liegt, verbunden ist. Von den beiden Enden c und d des dadurch gebildeten Winkelhebels drückt das eine c gegen den Rand der krummen Linie, das andere d aber gegen die Verlängerung eines Zeigers f, dessen Drehachse mit der der Platte gg zusammenfällt. Die Verlängerung dieses Zeigers wird durch eine Feder h, welche mit der Platte gg durch eine Schraube verbunden ist, gegen das Ende des Winkelhebels gedrückt, und der Zeiger J dreht sich um dieselbe Achse, um welche sich die Platte dreht.

Alle beweglichen Theile werden mit der Platte gg, die in jedem Jahre einen Umgang vollbringt, zugleich umgedreht, und man sieht leicht, daß der Zeiger J, da er mit dieser Platte fest verbunden ist, die Tage des Jahres anzeigen kann, wenn man ein in 365 Theile getheiltes Zifferblatt darunter anbringt. Der Zeiger f scheint denselben Raum in derselben Zeit durchlaufen zu müssen, was aber nicht der Fall ist, denn wenn der Hebelarm c den vom Mittelpunkte am weitesten entfernten Theil der Curve berührt, so muß der Zeiger f um eine gewisse Anzahl von Theilen hinter dem Zeiger J zurückgeblieben sein; berührt dagegen der Hebelarm den Theil M, welcher dem Mittelpunkte am nächsten liegt, so muß der Zeiger f um eine gewisse Anzahl Theilungen vor J vorausgehen.

Diese Verschiedenheit der Bewegung des Zeigers J und des Zeigers f wird durch den Hebel cbd hervorgebracht, indem er sich gegen die Curve in der Platte AAAA lehnt, und diese Curve so eingerichtet ist, daß der Zeiger f gegen den Zeiger J um soviel Theilungen nachbleibt oder vorgeht, als die der Zahl der Minuten beträgt, um welche die wahre Zeit von der mittleren an dem Tage abweicht, den der Zeiger angiebt.

(N. 9.)

Hebel mit Sperrad von de la Garousse erfunden (**Machines approuvées par l'Académie des sciences**, Band **II. No. 74**). Die kreisförmige wiederkehrende Bewegung wird dadurch in kreisförmige fortgehende verwandelt, ohne daß jedoch das Umgekehrte Statt finden kann.

Die um die Punkte I und M beweglichen Bügel IL und MN sind so angebracht, daß der Hebel, wenn er anhaltend in wiederkehrende Bewegung gebracht wird, fortwährend den einen Bügel zwingt, das Sperrad nach sich zu ziehen, während der andere den Zahn, den er vorher gefaßt hatte, verläßt und einen andern ergreift.

Der Erfinder wendet seinen Hebel bei einer Maschine an, durch welche vier Gänge einer Getreidemühle zugleich in Bewegung gesetzt werden, Band **II. No. 121**.

Auch kann man darüber Leupold's **Theatrum machinarum**, Band **I.** Tafel **26.** Fig. **1** nachsehen.

(O. 9.)

Hebel mit Drehling von de la Garousse erfunden (Machines approuvées par l'Académie, Band II. No. 72). Eine etwas veränderte Einrichtung der vorhergehenden Maschine.

Der große Hebel AB hat seinen Stützpunkt in C, über und unterhalb dessen zwei Klauen D und E so angebracht sind, daß sie sich um durchgesteckte Bolzen drehen können, indem sie mit ihrem Griffe auf einem Stocke des Drehlings F liegen.

Die kreisförmige wiederkehrende Bewegung des großen Hebels erzeugt eine fortgehende kreisförmige des Drehlings F, indem die beiden Klauen D und E wechselsweise auf die Stöcke desselben wirken. Wickelt man um die Welle des Drehlings ein Seil, so erhält man eine geradlinige wiederkehrende Bewegung, welche jedoch zu §. 4 gehört.

(P. 9.)

ab ist eine Art Pendel oder ein langer Schwengel, der an einer wagerechten Welle R befestigt ist, und dazu dient, in dieser eine wiederkehrende kreisförmige Bewegung zu erzeugen; die beiden Sperrhaken on und pk sind in der Nähe der Stirnflächen der Welle in deren gekrümmter Oberfläche durch Gewinde befestigt, und greifen in die an entgegengesetzten Enden eines Durchmessers liegenden Zähne des Kronrades ST, welches nach Art eines Sperrades gezahnt ist, und theilen diesem, wenn die Kraft ununterbrochen wirkt, eine kreisförmige fortgehende Bewegung mit.

Alix (Machines approuvées par l'Académie des sciences, Band V. No. 209) hat diese Einrichtung bei einer Maschine zum Fortziehen von Lasten angewandt.

(Q. 9.)

Es ist dies eine Abänderung von de la Garousse's Hebel, jedoch nicht so gut als dieser, da darin die Kraft nicht fortwährend wirkt.

Henry schlug vor, diese Maschine zur Erhebung von Lasten zu gebrauchen. (Machines approuvées par l'Académie, Band IV. No. 264).

Verschiedene Arten von Hebeln nach einer der von de la Garousse angegebenen ähnlichen Einrichtung findet man auch im ersten Bande von Belidor's Architectura hydraulica und in Leupold's Theatrum machinarum.

(R. 9.)

A ist ein nur in einem Theile seines Kranzes mit Zähnen versehenes Kronrad, B und C sind zwei auf der Welle de befestigte Zahnräder, deren Entfernung von einander dem Durchmesser des Theilrisses des Rades A gleich ist. Es ist klar, daß der mit Zähnen versehene Theil

des Rades **A**, der immer kleiner als sein halber Umring sein muß, abwechselnd in je eins der Räder **B** und **C** greifen, und dadurch der Welle de eine kreisförmige wiederkehrende Bewegung mittheilen muß.

Böckler macht in seinem schon unter (**E.** 3) und (**K.** 3) angeführten Werke in **fig. 109** von dieser Vorrichtung zur Bewegung von Pumpen Gebrauch. Er theilt zuerst die kreisförmige fortgehende Bewegung einer wagerechten Wasserradwelle einer stehenden Welle mit, verwandelt darauf durch die (**R.** 9) beschriebene Vorrichtung die Bewegung der stehenden Welle in kreisförmige wiederkehrende von einer zweiten wagerechten Welle, und verwandelt endlich die kreisförmige wiederkehrende Bewegung dieser letzten in eine geradlinige wiederkehrende der Kolbenstangen von vier Pumpen, von denen je zwei steigen, während die andern beiden sinken. Hierzu bedient er sich der unter (**M.** 17) angegebenen Einrichtung, indem die Kolbenstangen gezahnt sind. An der liegenden Welle befinden sich Zahnräder oder Drehlinge.

Ramelli wendet in seinem bereits unter (**A.** 7′) angeführten Werke diese Vorrichtung an, um ein paar Pumpen zu treiben.

Wenn die beiden Räder **B** und **C** auf ihrer nach innen gekehrten Seitenfläche nur auf einem Theile des Umfanges mit Zähnen versehen wären, das Rad **A** aber durchweg Zähne hätte, welche in die der Räder **B** und **C** griffen, so ist klar, daß durch eine kreisförmig fortgehende Bewegung der Welle de eine kreisförmig wiederkehrende Bewegung in der Welle des Rades **A** erzeugt werden würde.

In diesem Falle sind konische Räder anzuwenden; jedoch ist dies in der Figur nicht ausgedrückt.

Ramelli macht in seinem gedachten Werke verschiedene Anwendungen von dieser Einrichtung, die nur eine Abänderung von (**R.** 9) ist.

Bemerkung.

In allen Maschinen, welche zum Messen der Zeit dienen, theilt die bewegende Kraft jedem Rade des Systems eine fortgehende kreisförmige Bewegung mit. Um diese gleichförmiger zu machen, ungeachtet der vielen Störungen, welche in einem solchen Systeme unvermeidlich sind, und die entweder in der bewegenden Kraft, in der Unvollkommenheit der Arbeit, in der Ungleichheit des Wärmegrades oder in irgend einer andern Ursache ihren Grund haben, hat man das letzte Rad des Räderwerkes, welches man Steigerad nennt, mit dem Regulator, der ein Pendel oder eine Unruhe ist, in Verbindung gebracht. Dieser Regulator hat eine kreisförmige wiederkehrende Bewegung, und ist bei dem Grade von Vollkommenheit, den jetzt die Uhrmacherkunst erreicht hat, so weit gebracht worden, daß er seine Schwingungen in gleichen Zeiträumen, und zwar unabhängig vom Wärmegrade der Atmosphäre und der Größe seiner

Schwingungen, vollbringt. Dies ist durch sehr sinnreiche Mittel erlangt worden, die indessen nicht hierher gehören.

Um die Verbindung zwischen der kreisförmig fortgehenden Bewegung des Steigerades und der kreisförmig wiederkehrenden des Regulators zu bewerkstelligen, bedient man sich einer Vorrichtung, welche Hemmung genannt wird, und deren Zweck theils darin besteht, die Kraft im Regulator zu ersetzen, welche derselbe bei jeder Schwingung sowohl durch die Reibung, als auch durch den Widerstand der Luft verliert, theils dem Räderwerke die gleichförmige Bewegung des Regulators mitzutheilen.

Alle bekannten Hemmungen lassen sich in vier sehr von einander verschiedene Arten theilen, und diese sind:

1. Die rückspringende Hemmung.
2. Die ruhende Hemmung.
3. Die freie Hemmung.
4. Die freie Hemmung mit Hülfsfeder.

Die rückspringenden Hemmungen sind solche, in welchen das Steigerad, indem es abwechselnd auf die beiden Lappen wirkt, den Regulator stets nach einer Richtung forttreibt, so daß, wenn ein Zahn des Rades einen Lappen verläßt, ein anderer Zahn sogleich den dem vorigen gegenüber liegenden Lappen faßt, mithin der Regulator, indem er in schwingender Bewegung bleibt, dem Rade eine rückgängige Bewegung mittheilt.

Die rückspringenden Hemmungen zerfallen in drei Hauptabtheilungen, nämlich in die mit dem Steigerade, in die mit dem englischen Haken und in die mit doppeltem Hebel.

Die ruhenden Hemmungen sind solche, in welchen der Zahn des Steigerades, sobald er den Lappen oder den Hebel, durch den er auf die Hemmung wirkt, verlassen hat, auf ein Stück einer cylindrischen, gleichfalls mit dem Regulator verbundenen Fläche fällt, wo dann, indem dieser seine Bewegung fortsetzt, der Zahn unbeweglich stehen bleibt. Von solchen Hemmungen sind zwei Hauptarten bekannt, deren eine man in großen Pendeluhren, die andere aber in den Cylinderuhren anwendet.

Die freien Hemmungen sind eigentlich auch zugleich ruhende, denn nach erfolgtem Stoße wird auch in diesen das Rad angehalten. Hier aber ist der Zustand der Hemmung während der Ruhe ein anderer, als bei der vorigen, weil das Rad nach dem Stoße eine mit dem Regulator verbundene cylindrische Oberfläche nicht berührt, also auch nicht dagegen drückt. Es wird vielmehr durch ein anderes Stück, welches von der gedachten cylindrischen Fläche unabhängig ist, aufgehalten, so daß der Regulater seine Schwingung frei beendet, ohne von Seiten der Hemmung den geringsten Widerstand zu erleiden.

Die freie Hemmung mit Hülfsfeder weicht von allen übrigen sowohl in den Wand- als in den Taschenuhren angewandten Hemmungen ab, denn in allen diesen wirkt das Steigerad unmittelbar auf den Regulator und theilt diesem die Kraft ohne Veränderung mit, welche es vermittelst des Räderwerkes von der bewegenden Kraft empfangen hat, so daß diese Kraft wegen der Unvollkommenheit in der Gestalt der Zähne des Räderwerks, der Reibungen an den Umfängen der Zapfen, und sogar wegen der Ungleichförmigkeit der bewegenden Kraft nie als vollkommen unveränderlich angesehen werden kann. In der freien Hemmung mit Hülfsfeder wirkt das Steigerad nicht unmittelbar auf den Regulator, sondern spannt vielmehr während jeder Schwingung eine Feder bis zu einem festen bestimmten Punkte an. Während des Rückganges der Unruhe wird diese Feder losgelassen, so daß sie bei ihrer Ausdehnung vermittelst ihrer Elasticität diejenige Kraft in der Unruhe erzeugt, welche erforderlich ist, wenn diese fortwährend in Bewegung bleiben soll. Die gedachte Kraft muß daher unveränderlich sein, und mithin auf die Unruhe stets auf einerlei Art wirken, diese aber stets gleich große Schwingungen vollbringen. Diese Erfindung scheint sich aus dem Anfange des siebzehnten Jahrhunderts herzuschreiben.

Wir sind weit davon entfernt, alle bereits erfundenen Hemmungen beschreiben, noch mehr aber, ihren Werth beurtheilen zu wollen, und werden uns darauf beschränken, einige Beispiele von jeder der gedachten vier Arten von Hemmungen mitzutheilen. Wer sich über diesen Gegenstand vollständiger unterrichten will, sehe Berthoud's Werke nach, aus denen wir das entnommen haben, was darüber hier noch folgt.

(S. 9.)

Rückspringende Hemmung mit Steigerad. Das Steigerad **II′** wird von der bewegenden Kraft fortwährend nach der Richtung **ISI′S′** umgedreht (wodurch die auf der Ebene des Rades normalen Zähne vorwärts getrieben werden), und theilt diese Bewegung den Lappen **h** und **i** mit, welche an der Flügelwelle der Unruhe befestigt sind.

Die wiederkehrende oder schwingende Bewegung der Unruhe wird durch die Wirkung des Rades **II′** auf die Lappen der Flügelwelle hervorgebracht, welche unter einander einen Winkel von ungefähr **90** Grad bilden, so daß, wenn ein Zahn des Rades den Lappen so weit fortgeschoben hat, daß ihre Berührung aufhört, der andere Lappen **i** auf einen am entgegengesetzten Ende des Durchmessers liegenden Zahn des Rades fällt und dadurch wieder fortgedrückt wird. Während sich daher das Rad stets nach einerlei Richtung umdreht, erhält die Unruhe eine wiederkehrende kreisförmige Bewegung, oder macht Schwingungen, wodurch die Geschwindigkeit des Rades **I**, mithin also auch die des ganzen Räderwerkes gemäßigt und regulirt wird.

Diese Art von Unruhe ist indessen noch bei weitem nicht das, was wir Regulator genannt haben, da ein solcher stets in gleichen Zeiten gleich große Schwingungen machen muß.

Huygens verwandelte diese Art von Hemmung im Jahr 1675 in eine ganz andere, indem er die Spiralfeder in der Unruhe anbrachte. (Diese Erfindung ist nach Leibnitz wirklich Huygens zuzuschreiben.) Durch diese neue Anordnung soll die Unruhe während jeder Schwingung mehrere Male umlaufen, und er brachte deshalb anstatt der Unruhe ein Zahnrad an, in welches ein Getriebe an der Flügelwelle griff.

In den schon unter (K. 3) angeführten Werken von Rosbery und Böckler findet man die Beschreibung verschiedener Mühlen, in denen die bewegende Kraft ein Gewicht ist, und um die Wirkung dieses Gewichts zu mäßigen oder zu reguliren, bedienen sie sich einer der von uns eben beschriebenen ähnlichen Vorrichtung.

(T. 9.)

Ruhende Hemmung für Secunden-Pendeluhren von Graham. Diese Hemmung ist nur wenig von der verschieden, welche Clément, ein Uhrmacher zu London, im Jahre 1680 als rückspringende mit Steigung und Haken erfand. Das erste Stück der Hemmung ist ebenfalls ein Haken, jedoch mit dem Unterschiede, daß die Lappen desselben so eingerichtet sind, daß kein Rücksprung Statt findet, und daher diese Hemmung nur dadurch eine ruhende wird, weil ein Theil der Lappen durch cylindrische Flächen begrenzt ist, die der schiefen Ebene entsprechen, vermittelst deren dem Pendel der Anstoß oder die Kraft mitgetheilt wird, die es fortwährend in Bewegung erhält. Ueber die krumme Linie, nach welcher die Lappen des Hakens gebildet werden müssen, wenn die Schwingungszeiten des Pendels einander gleich bleiben sollen, findet man das Nähere in Thiout's Traité, Seite 93, und in Berthoud's Essai sur l'horlogerie, No. 1324.

Die von Graham erfundene ruhende Hemmung ist, wenn sie nur mit der erforderlichen Sorgfalt und Genauigkeit ausgeführt wird, noch jetzt eine der besten, zumal wenn man die Lappen aus Rubin macht, wie dies mehrere Künstler schon gethan haben.

Die Art der Wirkung dieser Hemmung ist folgende: Sobald der Lappen a das Steigerad verlassen hat, stößt gegen den cylindrischen Theil der Oberfläche des Lappens b ein anderer Zahn des Schwungrades, und während der Pendel seine Schwingung vollbringt, tritt der Lappen in den Zwischenraum vor dem Zahn, ohne von ihm berührt zu werden. Während des Rückganges des Pendels kann das Steigerad nicht weiter fortrücken, und fängt erst dann wieder an zu wirken, wenn die schiefe Ebene des Lappens mit dem Zahne in Berührung kommt. In diesem Augenblicke drückt der Zahn gegen die schiefe Ebene und treibt den Lappen vorwärts, aber in demselben Augenblicke, in welchem er diese verläßt, rückt der Zahn c bis zu dem cylindrischen

Theile der Oberfläche des Zahnes a weiter fort, und wird so lange angehalten, bis er mit der daran befindlichen schiefen Fläche in Berührung kommt. Dann rückt das Steigerad abermals vorwärts, der fragliche Zahn desselben gleitet auf der schiefen Ebene am Lappen fort, und ersetzt dadurch dem Pendel die verlorene Geschwindigkeit.

(U. 9.)

Ruhende Hemmung für Cylinderuhren von Graham erfunden. **F** ist das mit den schiefen Ebenen **i** versehene Hemmungsrad, dessen Ebenen außerhalb des Rades liegen müssen. Die Unruhe befindet sich an einer cylindrischen Welle, von der ein Theil, wie in **B** angegeben, ausgehöhlt ist, und deren innerer Durchmesser der Länge eines Zahnes gleich ist, so daß dieser um den Zahn beinahe eine ganze Umdrehung vollbringen kann. Hieraus ergiebt sich, daß, während die Unruhe sich nach der Richtung abc dreht, das Rad **F** in Ruhe bleibt, und daß, sobald der Punkt a am Ende der schiefen Fläche **i** angekommen ist, vermittelst dieser der Unruhe die Wirkung des Rades mitgetheilt wird, und dann a sich gegen einen Punkt c in der inneren Fläche des ausgehöhlten Cylinders legt. Das Rad wird immer noch aufgehalten, die Unruhe macht ihre Rückgänge, und wird dann wieder vermittelst der an der Seite der Aushöhlung in c befindlichen schiefen Ebene fortgetrieben, worauf sich der folgende Zahn wieder gegen die äußerste Fläche, wie der vorhergehende, legt. Die Beschreibung dieser Hemmung findet man in Lepaute's Traité d'horlogerie, 1755. Seite 171; in Berthoud's Essai sur l'horlogerie, Paris 1786, Band I. Seite 131, und in Jodin's Traité des échappemens, Paris 1754, Seite 132.

(A. 9′)

Ruhende Hemmung mit Nägeln von Amant, Uhrmacher zu Paris. Sie besteht aus einem Rade, in dessen Kranze Nägel angebracht sind, und überhaupt so eingerichtet ist, daß der Nagel **B** den Stoß der Hemmung erhält, sobald der Nagel **1** den Lappen verläßt. Während die Schwingung fortgeht, greift der Lappen **B** ein und das Rad bleibt stehen, weshalb der Secundenzeiger nicht zurückspringt, sodann wirkt während des Rückganges des Regulators der Nagel auf die schiefe Ebene und stellt die verlorene Bewegung wieder her u. s. f.

In den ruhenden Hemmungen legt sich, wie man oben gesehen hat, jeder Zahn des Hemmungrades, nachdem er dem Regulator einen Stoß mitgetheilt hat, gegen ein an der Welle des Regulators befindliches nach einem Kreisbogen gebildetes Stück, so daß jeder Zahn gegen die gedachte Cylinderfläche, deren Achse mit der des Regulators zusammenfällt, während der ganzen Zeit drückt, welche der Regulator zur Vollendung eines Schwunges gebraucht. Da nun das cylindrische Stück an der Welle des Regulators befestigt ist, so muß während der Zeit, in

welcher der Regulator seine Schwingung vollendet und die Wirkung des Hemmungrades aufgehoben wird, dies letztere durchaus stehen bleiben, d. h. sich weder vor- noch rückwärts bewegen, und aus diesem Grunde hat man diese Art von Hemmung die ruhende genannt. Sie erzeugt jedoch, ungeachtet ihrer scheinbaren und so sehr gerühmten Vorzüge, Reibungen, aus denen dann wieder Veränderungen in der Geschwindigkeit entstehen, so daß selbst bei der größten Vollkommenheit der Arbeit, da bei dieser Art von Hemmung Oel nöthig ist, in derselben veränderliche und sehr schädliche Widerstände vorkommen. Diese eben erwähnten Mängel oder Schwierigkeiten der gewöhnlichen ruhenden Hemmungen nöthigten Berthoud (wie er selbst sagt) Mittel aufzusuchen, durch welche sie vermieden werden könnten, und er gab deshalb der Hemmung eine solche Einrichtung, daß der Regulator, sobald das Rad seinen Stoß darauf vollbracht hat, seine Schwingung frei vollenden kann, und daß während dieser Zeit die Kraft oder die Wirkung des Rades nicht, wie in den ruhenden Hemmungen, durch den Regulator selbst unterbrochen wird, sondern durch einen Einfall, welchen der Regulator oder die Unruhe in einer sehr kleinen Zeit auslöst, so daß im Regulator keine andere Kraft zur Ueberwindung der Reibung oder des Widerstandes erforderlich ist, als die, welche zur Auslösung des Einfalls nöthig ist, durch den das Rad aufgehalten wird, während der Regulator sich frei schwingt. Uebrigens stößt das Rad auf eine solche Weise gegen die Unruhe, daß die daraus entstehende Reibung im höchsten Grade unbedeutend und die Anwendung des Oeles unnöthig ist. Auf diese Weise ordnete Berthoud zuerst die Hemmung an, die er Hemmung mit freien Schwingungen (oder freie Hemmung) nannte.

In dieser Hemmung macht die Unruhe zwei Schwingungen, oder einen Hingang und einen Rückgang, während das Rad um einen Zahn fortrückt, indem nämlich bei dem Rückgange das Rad, sobald ein Zahn desselben die Unruhe verläßt, in einer Schwingung die Kraft ersetzt, welche sie in zwei solchen verloren hat. Während der ersten und des größten Theiles der zweiten Schwingung wird mithin die Wirkung des Rades durch einen Einfall gehemmt, so daß die Unruhe sich während dieser Zeit frei schwingt.

Es scheint fast, als könne man die Erfindung der freien Hemmung mehreren Künstlern zugleich zuschreiben, deren jeder, ohne etwas von den Absichten des andern zu wissen, auf dieselbe Idee kam. Ihre Namen sind Le Roy, Thomas Mudge, ein Engländer, und Ferdinand Berthoud. Viel früher hatte schon Johann Baptiste Dûtertre etwas Aehnliches angegeben, seine Idee kennen wir jedoch nicht, und sie ist auch nie öffentlich bekannt gemacht worden.

(B. 9′)

Freie Hemmung nach Arnold. **C** ist das Hemmungsrad; **D** ein an der Flügelwelle befestigter ausgeschnittener Cylinder; **t** ein an derselben Welle befestigter kleiner Daumen; **mn**

eine Feder, deren Drehpunkt in n liegt, und die ein fortwährendes Bestreben hat, sich dem Rade C zu nähern, dessen Bewegung sie vermittelst einer Hervorragung q anhält. Mit der Feder mn ist eine andere äußerst schwache Feder verbunden, deren Drehpunkt in r liegt.

Nun nehme man an, daß die Unruhe sich nach der durch den Pfeil angedeuteten Richtung drehe, so stößt der kleine Daumen t an der Flügelwelle gegen das Ende s der Feder rs, und geht, da diese nur einen geringen Widerstand leistet, noch über dieselbe hinaus. Beim Rückgange der Unruhe trifft aber die Feder rs auf das Hinderniß p, welches sich in einem sehr geringen Abstande von ihrem Ende s befindet, und anstatt sich in r zu biegen, nöthigt sie nun die Feder dazu, dies um n zu thun, wo dann diese einen Zahn des Rades C durchläßt. In demselben Augenblicke fällt ein anderer Zahn in den Ausschnitt des Cylinders D, und ersetzt dadurch die in der Unruhe verloren gegangene Kraft. So wird bewirkt, daß die Hervorragung an der Feder mn, während zwei Schwingungen der Unruhe, nur einen Zahn durchgehen läßt, wodurch zugleich die Unruhe einmal angestoßen wird.

(C. 9′)

Freie Hemmung von Ferdinand Berthoud. (Histoire de la mesure du temps par les horloges, Band II. Seite 35.)

A stellt das Hemmungsrad, und abe den Einfall dar; durch den Arm a des Einfalles wird das Rad während der Zeit angehalten, in der die Unruhe ihre Schwingungen vollbringt, und die Feder d dient dazu, den Einfall jedesmal wieder einzudrehen, sobald der Lappen c den Arm b verlassen hat. In demselben Augenblicke fällt ein Zahn des Rades A gegen die Rolle h am Regulator, und trägt die in ihm vorhandene Kraft auf diesen über, um die darin verloren gegangene Bewegung zu ersetzen. Wenn die Unruhe einen Hingang gemacht hat, so kehrt sie zurück, und dann trifft der Lappen c das Ende des Armes b vom Einfalle. Dieser weicht aber aus, indem er sich eben so wie eine Ruthe biegt, in welcher die Last vom Einklemmungspunkte um die Länge von b entfernt ist. Durch die Feder d wird der Einfall wieder zurückgetrieben, so daß der Lappen c wieder gegen den Arm desselben drückt, diesen auslöset, und die Unruhe einen neuen Anstoß erhält.

Freie Hemmung mit Hülfsfeder.

Am 17. August 1796 erhielt Carl Haley, ein englischer Uhrmacher, ein Patent auf eine freie Hemmung mit Hülfsfeder, welche im Repertory of arts and manufactures, No. 33. Band VI. Seite 145, und in den Annales des arts et manufactures, Band VIII. Seite 38 beschrieben ist. Berthoud giebt davon in seiner Histoire de la mesure du temps par les horloges, Band II. Seite 50 einen Auszug.

In den Annales des arts et manufactures, Band IX. Seite 69 findet man auch die Beschreibung der von Delafons angegebenen Hemmung.

(D. 9′)

Beschreibung der Hemmung mit Hülfsfeder, welche von Breguet für Taschenuhren angegeben worden: Histoire de la mesure du temps par les horloges von Berthoud, Band II. Seite 55.

AA ist eine metallene Platte, auf der die ganze Hemmung befestigt ist. Um die Einrichtung derselben vollkommen zu verstehen, muß man drei Theile derselben unterscheiden, deren Gebrauch, jeder für sich beschrieben, hernach aber ihre Wirkung auf einander angegeben werden soll.

Erster Theil. Dieser erste Theil besteht

1) aus dem Sperrade BB′ und dem Sternrade D, welche beide zusammen nur ein Stück bilden. Auf das Rad BB′ wirkt die eigentliche bewegende Kraft vermittelst eines Räderwerkes und strebt es nach der Richtung BCB′ zu drehen;

2) aus einem Getriebe g, welches in das Rad BB′ greift, und soviel Zähne hat, als die Zahl der Zähne des Sperrades beträgt, welche in den Raum zwischen zwei auf einander folgenden Zähnen des Sperrades fallen. Dann liegt das Getriebe nach jeder ganzen Umdrehung seiner selbst einem der Zähne des Sternrades gegenüber. An der Welle dieses Getriebes ist ein Flügel igh angebracht, dessen Arm gi kürzer als der andere gh ist, und an dessen Ende ein kleines Stahlstück sitzt;

3) aus einer Sperrfeder rrF, die normal auf den Flügel gerichtet und an ihrem Ende rr fest gemacht ist. Am Ende des zweiten Drittheiles ihrer Länge ist darauf ein Knopf V von Rubin oder irgend einem andern guten Steine, oder auch von gehärtetem Stahle angebracht. Befindet sich die Maschine in dem durch die Figur angegebenen Zustande, so liegt der Knopf vor dem Ende h des Flügels, verhindert also diesen und somit auch das Getriebe g, sich nach der Richtung zu drehen, nach welcher das Rad BB′ das letztere zu drehen strebt, hält hierdurch auch das Rad BB′ an, und hemmt mithin die Wirkung der bewegenden Kraft. Wird jedoch durch irgend eine Vorrichtung die Feder rrF nach dem Getriebe zu gedrückt, so weicht der Flügel in dem Augenblicke aus, in welchem der Knopf V auf einen Ausschnitt nahe am Ende h trifft, und vollbringt einen Umlauf. Ist dann während der dazu erforderlichen Zeit die Feder rrF wieder in ihre frühere Lage zurückgegangen, so wird der Flügel abermals vom Knopfe angehalten.

Zweiter Theil. Dieser zweite Theil besteht

1) aus einer Schlagfeder G, die an ihrem Ende gekrümmt ist, und die, wie man bald sehen wird, dazu dient, im Regulator nach jeder Schwingung die während derselben verloren gegan-

gene Kraft zu ersetzen. Auf derselben ist eine kleine Klinke m angebracht, in welcher sich ein kleiner Einschnitt mit einem kleinen Rubin befindet, der auf der inneren Seite vorspringt. Die Klinke, der Rubin und das gleich hiernach zu beschreibende Stück dienen dazu, die Schlagfeder anzuhalten, wenn sie vom Sternrade DD′ zurückgebogen ist, wobei dann durch dieses die eigentliche bewegende Kraft auf die Feder übertragen wird;

2) aus einer Anhaltfeder aH, die an ihrem Ende a festgemacht ist, und auf der eine zweite sehr schwache Feder N liegt. An der Feder H befindet sich ein Rubin p, der in den Einschnitt m der Klinke m greift und diese Feder festhält, sobald sie angespannt ist. Ein anderer Rubin am Ende s derselben hält die Feder N zurück, so daß, wenn das Ende dieser Feder von der rechten nach der linken Seite zu gedrückt wird, sie nur einen sehr geringen Widerstand leistet, sobald sie jedoch von der linken nach der rechten Seite zu gedrückt wird, die ganze auf sie wirkende Kraft auf den Rubin s überträgt, dadurch die Feder H biegt, und somit den Rubin p aus dem Einschnitte der Klinke m auslöset.

Dritter Theil. Dieser dritte Theil besteht aus den Stücken k und b, die am oberen Ende der Flügelwelle angebracht und deren Endpunkte um einen Viertelkreis von einander entfernt sind. Schwingt sich die Unruhe von der rechten nach der linken Seite, oder in der Richtung von b nach k, so biegt das Stück k die Feder und geht über dieselbe hinaus, und da das Stück b zwischen der Ebene des Rades B und der Ebene, in welcher sich die Unterkante der Feder H schwingt, liegt, so wird die Schwingung von der Rechten nach der Linken frei vollbracht, und findet kein anderes Hinderniß, als daß zugleich die Feder N gebogen werden muß. Wenn jedoch hierauf die Unruhe ihren Rückgang von der Linken zur Rechten, also nach entgegengesetzter Richtung, macht, so drückt das Stück k die Feder N gegen den Rubin s, die Feder H biegt sich, der Rubin p läßt die Klinke m los, und die Feder G, die sich nun gänzlich selbst überlassen ist, bringt die Wirkung hervor, von der gleich die Rede sein wird.

Wiederherstellung der bewegenden Kraft und Fortsetzung der Bewegung.

Aus der Beschreibung der erwähnten drei Abtheilungen sieht man leicht, auf welche Weise die bewegende Kraft wieder hergestellt und die Bewegung gleichförmig gemacht wird. In dem Augenblicke, in welchem der Rubin p an der Feder H von dem Einschnitte der Klinke m an der Feder G losgelassen worden, und diese Feder frei wirken kann, befindet sich auch der rechte Theil der Aushebung b in einer auf der Richtung der Bewegung des Endes q der Feder G normalen Lage. Diese Feder stößt nun dagegen, und ersetzt dadurch in der Unruhe die Kraft, welche dieselbe während einer Schwingung verloren hat. Unmittelbar darauf stößt dasselbe Ende q gegen das Ende F der Feder Frr, biegt diese und treibt den Knopf V bis vor den Einschnitt im Flügel ih. Dieser wird dann frei, und die ursprüngliche bewegende Kraft, welche auf die Umdre=

hung des Rades BB′, und mithin auch auf die Umdrehung des Getriebes wirkt, treibt ihn einmal herum. Hat der Flügel einen Umgang gemacht, so ist die Feder Frr in ihre erste Lage zurückgekommen, und hält ihn aufs neue durch den Knopf V fest. Aber während des Umlaufs des Flügels hat ein Zahn des Rades DD′ gegen einen Daumen n nahe am Ende der Feder G gedrückt und diese dadurch zurückgetrieben. Da dies nun nach der früher angegebenen Theilung der beiden Räder D und B so lange dauert, bis der Rubin p an der Feder H von neuem in die Klinke m greift, so kommt alles wieder in den in der Figur angegebenen Zustand u. s. f.

(E. 9′)

Eine andere Hemmung mit Hülfsfeder für Pendeluhren ist von **Breguet** angegeben und folgende.

A ist das letzte Rad, welches von der Rechten zur Linken nach der durch den Pfeil angedeuteten Richtung umgetrieben wird.

B ein mit sechs nach krummen Linien gebildeten Zähnen versehenes Rad, das am anderen Ende der Welle von A befestigt ist.

C ein Getriebe, welches in das Rad A greift, und während eines Umganges des Rades A sechs Umgänge macht.

D ein Schwungrad, welches sich mit unbedeutender Reibung um die Welle des Getriebes drehen kann, und das vermittelst einer kleinen dagegen drückenden Feder seine Bewegung noch fortsetzen kann, wenn auch das Getriebe plötzlich angehalten wird.

E ein Flügel, oder eine kleine Stange von Stahl, die an der Welle des Getriebes und normal auf deren Achse befestigt ist und sich gegen das Hemmstück F lehnt.

F das Hemmstück, welches sich um den Stift v dreht.

G eine Welle, an welcher sich drei Hauptstücke befinden: 1) das Stück c, welches auf der einen Seite einen nach einer krummen Linie geschnittenen Daumen d bildet, und auf der andern mit zwei Einschnitten e und f versehen ist, welche als zwei Sperrzähne anzusehen sind. Der erste von diesen beiden Zähnen dient dazu, die Bewegung der Welle durch das Sperrstück H zu hemmen, und der zweite, das Pendel anzustoßen, sobald die Welle ganz frei ist. 2) Ein Stift oder eine kleine Rolle g, die am Stücke c befestigt ist, um das Hemmstück F auszuheben. 3) Ein kleiner schwerer Körper h, welcher durch eine Schraube der Achse der Welle genähert oder von derselben entfernt werden kann, um die Kraft des Stoßes zu reguliren, den das Pendel aushalten muß, je nach der Größe des Winkels, um den sich die Unruhe schwingen soll.

H ein Sperrstück, welches sich sehr leicht um seine im Radgehäuse festgemachte Achse drehen kann.

II die Linse an der in ihrem oberen Ende aufgehängten Pendelstange.

LL ein kupfernes an der Pendellinse befestigtes Stück.

M ein kleiner sehr leichter Hebel, der sich nach der einen Seite sehr leicht um einen Zapfen in **i** drehen läßt, aber bei einer Bewegung nach der entgegengesetzten Richtung von einem Stifte **l** angehalten wird. An demselben befindet sich eine von einer schiefen Ebene begrenzte Hervorragung, durch welche das Sperrstück **H** ausgelöst wird, worauf dann die Welle **G** sich frei umdrehen kann.

N ein dreiseitiges Prisma, vermittelst dessen das Pendel angestoßen wird. Die Höhe desselben muß gerade so groß sein, daß es noch hinter dem Sperrstücke **H** frei durchgehen kann, jedoch in das Stück **c** eingreift. Die Spitze seines Querschnittes muß zwar bis zum Ende seines Zahnes **f** reichen, diesen jedoch nicht berühren.

Die bewegende Kraft strebt das Rad **A** umzudrehen, während jedoch der Flügel **E** durch das Hemmstück **F** festgehalten wird. Nimmt man nun an, daß die Linse von der Rechten zur Linken schwingt, so stößt die schiefe Ebene **m** am kleinen Hebel **M** gegen die Spitze des Sperrstückes **H**, und löset den Zahn **e** in demselben Augenblicke aus, in welchem die Seitenfläche des Prisma **N** mit dem Zahne **f** in Berührung kommt. Da dann die Welle **G** vollkommen frei ist, und sowohl von der Kraft, welche auf den Zahn **d** wirkt, als von dem kleinen schweren Körper **h** getrieben wird, sich von der rechten Seite nach der linken zu drehen; und da zugleich ihre Geschwindigkeit größer, wie die des Pendels ist, so kommt sie mit der Seitenfläche des Prisma **N** in Berührung, und ertheilt diesem, indem der Zahn **f** während seiner Bewegung auf der schiefen Ebene fortgleitet, den Stoß. Da die Welle **G** ihre Bewegung fortsetzt, so drückt der Stift **g** gegen das Ende der Sperrfeder **F**, und diese läßt das Schwungrad **D** in demselben Augenblicke, in welchem der Zahn **d** mit dem Zahne **p** zusammentrifft, los. Während daher das Schwungrad einen Umgang macht, führt der auf **d** wirkende Zahn die Welle **g** in ihre anfängliche Lage zurück; das Hemmungsstück **F** hält das Schwungrad von neuem auf, und das Sperrstück **H** greift in den Einschnitt **e** und hält die Welle **G** an. Indem nun das Pendel von der Linken zur Rechten geht, wird es nur durch das Ende des Sperrstückes **H** gehemmt, welches die schiefe Ebene **m** berührt; da aber beide einander berührende Ebenen schiefe sind, so hebt sich der Hebel **M** in die Höhe und fällt darauf in seine erste Lage zurück.

Unserer Meinung nach ist diese Art, die im Pendel während seiner Schwingungen verloren gegangene Kraft zu ersetzen, die vollkommenste der jetzt bekannten.

(F. 9′) Tafel XI.

In (**I. 7′**) ist erwähnt worden, daß die Lade in der Webemaschine den Bogen **ab** (**F. 9′**), dessen Mittelpunkt oder Drehachse **c** ist, mit kreisförmiger wiederkehrender Bewegung durchlaufen muß, und daß ihre Geschwindigkeit nicht gleichförmig, sondern im Anfangspunkte **a** des Bogens

ab, welcher nach dem Garnbaume zu liegt, viel kleiner sein muß, als nach dem andern Ende b zu. Die kreisförmige wiederkehrende Bewegung, welche die Lade unter diesen Umständen erhalten muß, wird derselben durch die gleichförmig fortgehende Drehbewegung einer Welle mitgetheilt, welche durch eine beliebige bewegende Kraft erhalten werden kann.

Diese Aufgabe kann so genau, als man nur will, durch die bereits früher angegebenen Mittel aufgelöst werden, indessen soll hier noch eine andere Vorrichtung, deren man sich in neuerer Zeit in England bedient hat, und welche die gegebene Bedingung beinahe erfüllt, beschrieben werden, wie wir dieselbe bei Hrn. Cala, einem geschickten Webemaschinenbauer in der Vorstadt Poissonnière, gesehen haben.

Es sei de der Bug eines Krummzapfens an der Welle d, der halb so groß als die Sehne des Bogens ab ist; efg eine eiserne Stange, die in f an einer andern fh, welche sich um den Punkt h dreht, hängt. Während die Warze des Krummzapfens sich von l nach e, und dann von e durch m nach n bewegt, geht der Punkt f der Stange hf von i nach f, s und k, weshalb ki = nl sein muß. Da die Lade den Bogen ab in derselben Zeit durchlaufen muß, so theilt man den Abstand ai in zwei Theile ir und ra, macht den Theil fg der Stange efg = ri und eine andere Stange gp = ar, und bringt die letztere nach der in der Figur angegebenen Art, und zwar so an, daß ihre Enden sich frei um die Enden g und p der Stange efg und derjenigen drehen können, welche dem Halbmesser cp des Weges der Lade gleich ist. Diese durchläuft dann den Bogen ab mit einer Geschwindigkeit, deren Veränderungen von dem Verhältnisse abhängen, in welchem fg und gp zu einander stehen, und einige Versuche reichen hin, um die gedachte Geschwindigkeit auf eine angemessene Art zu ändern.

(G. 9′) Tafel XI.

AB sei eine Welle, der von der bewegenden Kraft eine kreisförmige wiederkehrende Bewegung mitgetheilt wird. n und m seien zwei auf der Welle AB befestigte Sperräder, deren Zähne jedoch nach entgegengesetzten Seiten gerichtet sind; C, D und E sind drei Zahnräder; die Durchmesser der beiden ersten sind gleich, beide lassen sich um die Welle AB mit unbedeutender Reibung drehen, sind mit zwei Sperrhaken p und q versehen, und greifen in das dritte Rad E, dessen Welle auf eine schickliche Art unterstützt ist. Die Welle AB wirkt vermöge ihrer kreisförmigen wiederkehrenden Bewegung abwechselnd auf die beiden Räder C und D, diese nehmen eine kreisförmige fortgehende Bewegung an, und da die Richtungen der Bewegung beider Räder einander entgegengesetzt sind, so muß sich das Rad E immer nach derselben Richtung drehen. Auf diese Weise kann die kreisförmige wiederkehrende Bewegung einer Welle oder eines Rades verwandelt werden, wenn die Richtung der zweiten Welle auf die der ersten, oder die Ebene des zweiten Rades auf die des ersten normal ist.

(H. 9′) Tafel XI.

Die Verwandlung der kreisförmigen fortgehenden Bewegung in kreisförmige wiederkehrende, wobei die Dauer der Schwingungen durch sehr einfache Mittel beliebig verändert werden kann, ist eine von den Aufgaben, deren Auflösung dem Mechaniker im Allgemeinen, und allen Künsten ins Besondere höchst wichtig ist.

Unter (L. 7′) und (M. 7′) haben wir zwei Beispiele von der Verwandlung einer kreisförmigen fortgehenden Bewegung in geradlinige wiederkehrende gegeben; wenn ein Gegengewicht angebracht ist, welches bald auf der einen, bald auf der andern Seite des Lothes wirkt, das durch die Drehachse des Hebels, an dessen Ende es angehängt ist, hindurchgeht. Aus den Veränderungen der Lage des Gegengewichts folgt auch eine Veränderung der Richtung, nach welcher die Räder in einander greifen, und die drehende Bewegung der Welle EF in fig. (L. 7′), und die der beiden Wellen F und G in fig. (M. 7′) wird hierdurch eine wiederkehrende, welche kreisförmige wiederkehrende Bewegung darauf noch in geradlinige gleichfalls wiederkehrende verwandelt werden kann. Man sieht, welcher indirecten Mittel man sich in den beiden angeführten Beispielen bedient hat, um die Lage des Gegengewichts zu verändern, und daß die Wahl jener Mittel in der besondern Bestimmung der erwähnten beiden Maschinen ihren Grund hat; im Allgemeinen aber kann man, sobald man eines Gegengewichts sich bedienen will, um eine kreisförmige fortgehende Bewegung in kreisförmige wiederkehrende zu verwandeln, die Schwingungszeiten länger oder kürzer machen, entweder durch Räderwerk, was zu einfach ist, als daß es nöthig wäre, Beispiele davon zu geben, oder durch die Anordnungen (D. 3) und (S. 8), welche man, wie wir gleich zeigen wollen, in allen Fällen mit Erfolg anwenden kann.

MN, fig. (H. 9′), sei eine eben solche Welle wie EF in fig. (L. 9′), oder wie eine der beiden in fig. (M. 7′) mit F und G bezeichneten. P sei das Gegengewicht; no die Drehachse des lothrechten Armes, an dem das Gegengewicht befestigt ist; qo ein auf dem lothrechten Arme und der Achse der Welle no normaler Arm; esr die Welle der kleinen Maschine (S. 8), welche auf die in der Figur angedeutete Art angebracht ist. Wie wir erwähnt haben, ist es sehr leicht, alles so einzurichten, daß die Stange rs nur einmal um die Welle DE läuft, während die Welle MN n Umdrehungen vollbringt, n möge so groß oder klein sein, als es wolle. Nimmt man an, daß die Welle rs sich von einem Punkte unterhalb der Ebene, in welcher die Zeichnung sich befindet, nach einem oberhalb derselben liegenden bewege, so wird in dem Augenblicke, in welchem die Achse der Welle rs in der gedachten Ebene ankommt, das Gegengewicht P lothrecht über der Achse der Welle no liegen. Unmittelbar darauf fällt das Gegengewicht nach p′ zu, dann geht die Richtung der Drehbewegung der Welle MN in die entgegengesetzte über, die Stange sr dreht sich ebenfalls rückwärts, trifft oberhalb der Ebene, in welcher die

Zeichnung liegt, die Stange oq, dreht diese in der Richtung von oben nach unten, und treibt das Gegengewicht von p nach p″ zu, und so fort.

(I. 9′) (Grundriß und Ansicht.) Tafel XI.

Durch die Vorrichtung (D. 3) kann man dieselbe Wirkung hervorbringen, indem man sie auf die in der Figur angegebene Art anbringt, am Ende der Achse AB aber ein vierkantiges Stück gh, das mit unbedeutender Reibung durch eine in der Mitte der Scheibe G gemachte Oeffnung geht, befestigt. Diese Scheibe liegt entweder auf einem Stege, auf einer durchbrochenen Platte, auf einem Rande, oder auf irgend einer andern Vorrichtung, auf der sie sich frei drehen kann. An der beweglichen Schraubenmutter M′ wird dann ein gabelförmiger Arm iklm angebracht, und um die Scheibe G und die Welle MN läuft ein Seil ohne Ende, wodurch noch die Handrolle H nöthig wird.

Die kreisförmige Bewegung der Welle MN theilt sich der Scheibe G, und dadurch auch der Spindel AB, welche sich während ihrer Umdrehung frei auf- und niederwärts bewegen kann, mit. Wenn die Schraubenmutter M′ sich aufwärts bewegt, so trifft der untere Schenkel ml der Gabel iklm auf den Arm oq der Welle, an welcher sich das Gegengewicht P befindet, und dies fällt dann nach der rechten Seite der Figur zu. In demselben Augenblicke verwandelt sich die Richtung der Bewegung der Welle MN in die entgegengesetzte; die Mutter M′ geht niederwärts, und der obere Schenkel ik der Gabel stößt gegen den Hebel oq, und bewirkt dadurch, daß das Gegengewicht in dem angenommenen Augenblicke nach der andern Seite überschlägt. Anstatt der Scheibe G kann man auch ein System von Scheiben verschiedener Durchmesser, wie im Zahnrade B der Vorrichtung (S. 8) anbringen, und hierdurch die Länge der Dauer der Hin- und Rückgänge bei einer kreisförmigen wiederkehrenden Bewegung den Umständen gemäß anordnen.

Die Vorrichtung (P. 3) kann ebenfalls hülfsweise bei der Auflösung der Aufgabe angewendet werden.

(K. 9′) (Grundriß und zwei Ansichten.) Tafel XI.

Der Vorrichtung (S. 8) kann man sich auch unmittelbar zur allgemeinen Auflösung der Aufgabe bedienen, ohne eines Gegengewichts zu bedürfen. AB und CD seien zwei Wellen, und an jeder derselben sei eine Scheibe a und a′ und ein Zahnrad b und b′ angebracht. Ein Seil ohne Ende gehe um die Scheiben a und a′ und theile die kreisförmige Bewegung der einen der andern nach der entgegengesetzten Richtung dadurch mit, daß es sich in dem Raume zwischen beiden Scheiben kreuzt. Eine dritte Welle EF, an welcher sich ein Zahnrad c befindet, kann der Welle AB oder der Welle CD genähert werden, da ihre Zapfen und ihr Hals in

verschiebbaren Pfannen dd′ liegen. Man braucht daher die Welle **EF** nur abwechselnd so nahe an die Welle **AB** zu rücken, daß das Rad c in das Rad b greift, und dann so nahe an die Welle **CD**, daß das Rad c in b′ greift, wenn ihre Bewegung wiederkehrend kreisförmig sein soll, während die der Welle **AB** und **CD** eine fortgehende kreisförmige ist.

Der Grundriß und die beiden Ansichten (**K. 9′**) mit dem, was schon unter (**S. 8**) bemerkt worden, wird hinreichen, um diese Einrichtung zu verstehen. In den Durchschnitten oder Ansichten wird man die krummen Linien efgh und e′f′g′h′ bemerken, deren jede aus zwei Theilen besteht, nämlich aus einem kreisförmigen efg und e′f′g′, der dazu dient, die Welle **EF** abwechselnd gegen die Welle **CD** und **AB** zu drängen, und aus einem andern gh und g′h′; durch den die Welle **EF** fortgerückt wird.

§. 10.

Die kreisförmige fortgehende Bewegung mit gleichförmiger oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit soll in eine Bewegung nach einer gegebenen stätigen, in sich selbst zurücklaufenden oder geschlossenen krummen Linie verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die wie die vorige, entweder beständig, oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist, die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

(A. 10.) Tafel VIII.

Erste allgemeine Auflösung der Aufgabe.

Wir haben gesehen, daß eine fortgehende kreisförmige Bewegung in eine andere geradlinige wiederkehrende verwandelt werden kann, und da alle Punkte jeder in einer ebenen Fläche liegenden krummen Linie durch ihre Abstände von zwei geradlinigen Coordinaten bestimmt werden können, so wird es sehr leicht, jede beliebige krumme Linie von einer Spitze, z. B. der eines Bleistiftes, durchlaufen zu lassen, mithin jene Linie zu verzeichnen.

Es sei **F** die gegebene krumme Linie, und es werde verlangt, daß durch die Spitze eines Bleistiftes oder irgend eines Schneidezeuges die krumme Linie vermittelst einer kreisförmigen fortgehenden Bewegung des Rades **D** auf der Ebene **PQ** verzeichnet werde. Man denke sich drei Zahnräder **A**, **B** und **C** von angemessener Größe, welche, wie die Figur zeigt, in einander greifen, und alle zugleich vom Getriebe **D** in Bewegung gesetzt werden; **mn** und **pq** sind zwei Schienen, welche sich hin und her bewegen müssen, und in ihrer Richtung durch Stege oder Scheiden **a**, **b**, **c** und **d** erhalten werden. In den darin befindlichen Punkten **m** und **q** sind zwei Querschienen **rs** und **tu** angebracht, deren jede mit einem Schlitz versehen ist, und der

Bleistift oder das Schneideeisen, durch dessen Schärfe die gegebene krumme Linie verzeichnet werden soll, wird in den Durchschnittspunkt beider Schlitze gesteckt. In der gegebenen krummen Linie nimmt man eine beliebige Menge von Punkten, und aus den (A. 7) angegebenen Gründen, so viele, wie nur möglich, an den Stellen an, wo die Krümmung sich plötzlich ändert und wo dann das an der erwähnten Stelle angegebene Verfahren zu beobachten ist. Auf den Seitenflächen der Räder A und C werden Hervorragungen angebracht, die durch krumme Linien begrenzt und so beschaffen sind, daß wenn die Enden n und p der Schiene stets mit der von den gedachten Curven begrenzten Hervorragung in Berührung bleiben, was durch eine Feder oder auch durch irgend ein anderes Mittel erlangt werden kann, und der Durchschnittspunkt der Mittellinien der Schlitze, oder der in demselben angebrachte Stift, durch die angenommenen Punkte läuft, was nach dem bei (A. 7) Angeführten nicht die mindeste Schwierigkeit hat.

Man könnte sich dieser Vorrichtung auch bedienen, um die Gesetze, welche auf dem Parallelogramme der Kräfte beruhen, und die von der Bewegung in einem leeren oder in einem mit einem widerstehenden Mittel angefüllten Raume geworfener Körper handeln, anschaulich zu machen, wenn dadurch nur etwas mehr erhalten würde, als eine Vergrößerung der ohnehin schon hinlänglich beträchtlichen Anzahl von so gut als nichts bedeutenden Modellen, die wir in unserer Sammlung aufbewahren.

(B. 10.)

Nur die so eben gegebene allgemeine Auflösung der Aufgabe gehört in unsere Zusammenstellung, da in derselben immer nur von der Verwandlung einer Art von Bewegung in eine andere die Rede sein soll; für die Ausübung reicht es jedoch nicht hin, blos das gewünschte Resultat zu erlangen, sondern es muß dies auch durch die leichteste, einfachste, dauerhafteste und den Gewohnheiten der Arbeiter entsprechendste Anordnung geschehen. Im Allgemeinen also muß man, um alle diese Bedingungen zu erfüllen, die Bewegungen auf die einzelnen Stücke der Maschine vertheilen, und da die Art der Vertheilung willkührlich ist, so kann man denselben Zweck auf verschiedenen Wegen erlangen. Ein geschickter Mechaniker muß daher alle mögliche Arten der Zusammenstellung von Bewegungen, welche er hervorbringen will, und den Theil seiner Maschine wohl erwägen, um die einfachste auszuwählen.

In der gegenwärtigen Aufgabe ist nicht sowohl davon die Rede, daß ein gewisser Punkt, z. B. die Spitze eines schneidenden Werkzeuges, sich nach einer gegebenen krummen Linie bewegen soll, als vielmehr davon, daß diese krumme Linie auf einer gegebenen ebenen Fläche verzeichnet werden soll. Zu diesem Ende befestigt man die Ebene PQ am Ende der Schiene pq, wodurch diese Ebene, die vorher unbeweglich war, eine geradlinige wiederkehrende Bewegung erhält, und wenn dann der Bleistift oder das Schneideeisen am Ende m der andern Schiene

mn befestigt ist, so kann man auf den Ebenen **A** und **C** die erforderlichen krummen Linien verzeichnen, und hat dann eine Maschine, die, unserer Meinung nach, neu und einer nützlichen Anwendung bei verschiedenen Gewerben fähig ist.

(C. 10.)

Zweite allgemeine Auflösung der Aufgabe.

Die Punkte einer gegebenen krummen Linie können auch durch rechtwinkelige Coordinaten bestimmt werden, und solcher krummen Linien giebt es zweierlei: 1) solche, die in sich selbst zusammenlaufen, und in denen sich ein Punkt finden läßt, der so gelegen ist, daß alle durch denselben gezogene gerade Linien die Curve nur zweimal schneiden; und 2) solche in sich selbst zusammenlaufende, in denen sich kein Punkt finden läßt, der diese Eigenschaft besitzt.

Krumme Linien der ersten Art kann man ohne Schwierigkeit durch eine kreisförmige fortgehende Bewegung verzeichnen. Es sei **ABD** (fig. α, Tafel X) die gegebene Curve, und man nehme in dem von ihr eingeschlossenen Raume einen beliebigen Punkt **C** als Drehpunkt für die Schiene **PQ** an, die sich stets nach derselben Richtung dreht, während die Schiene **TO** auf ihr fortgleitet. Während nun der Punkt **O** sich nach der gegebenen Curve bewegt, beschreibt das Ende **T** eine andere, dieser ähnliche, Curve abd, und das Umgekehrte findet ebenfalls Statt. Da die Länge der Schiene **OT** willkührlich ist, so hätte man statt derselben auch die Schiene **OT′** annehmen können, und würde dann eine andere Curve a′b′d′ erhalten haben, die den Bedingungen der Aufgabe ebenfalls Genüge leistet. Man sieht hieraus, daß die fragliche Aufgabe eine unendliche Menge von Auflösungen, die sämmtlich sehr einfach sind, zuläßt, und man muß sich nur hüten, den Drehpunkt **C** in der Richtung eines Elements der gegebenen krummen Linie anzunehmen, um zu plötzliche Bewegungen der Schiene **OT** zu vermeiden.

Die krummen Linien der zweiten Art bieten einige Schwierigkeiten dar. Es sei **ABD** (fig. β, Tafel X.) die gegebene Curve, so läßt sich nicht sogleich übersehen, wie die Aufgabe allgemein für jede Lage des Punktes **C** aufgelöst werden könne, denn sobald die kreisförmige Bewegung der Schiene **PQ** fortgehend ist, und zugleich die Schiene **OT** sich in jener Richtung befindet, wird die Auflösung der Aufgabe unmöglich. Durch eine sehr einfache Betrachtung wird man jedoch auf diese geführt.

Man nehme an, daß die Linie **OT** (fig. δ, Tafel X.) nicht mit **PQ** zusammenfalle, sondern mit dieser einen unveränderlichen Winkel **COT** einschließe. Nähert sich dann, während **PQ** in die Lage **P′Q′** übergeht, der Punkt **O** dem Drehpunkte und kommt etwa in **O′**, so geht der Punkt **T** nach **T′**, und hat in Bezug auf die Bewegung von **PQ** eine rückgängige Bewegung gemacht. Diese Betrachtung reicht hin, um sich von der Möglichkeit der allgemeinen Auflösung dieser Aufgabe zu überzeugen und den einzuschlagenden Weg anzudeuten.

Es sei TT′ADB die gegebene Curve, und vermittelst des Punktes T zu verzeichnen. Ist ihre Gleichung für die Coordinaten-Achsen MN und RS gegeben, so ist sie es auch für die Ordinaten aus einerlei Mittelpunkte; oder man weiß auch, welche Function des Winkels MCT der Radius Vector CT ist.

Aus dem Dreiecke TOC erhält man $\text{Sin. TCO} = \frac{\text{OT Sin. TOC}}{\text{TC}}$ und

$\text{TOC} = \text{Arc.}\left(\text{Sin.} \frac{\text{OT Sin. TOC}}{\text{TC}}\right)$ und daraus findet man den Winkel OTC. Der Winkel OCM und die Linie OC sind daher bekannt, d. h. man hat eine Gleichung zwischen beiden, und diese Gleichung ist die für die Curve, welche der Punkt O durchlaufen und von der zweiten Ordnung sein muß. Um dieser Bedingung zu genügen, nehme man OT und den Winkel TOC variabel an, und bestimme sie auf solche Weise, daß sie jene Bedingung erfüllen.

In die Einzelnheiten der dazu erforderlichen Rechnungen einzugehen, würde für unsern Zweck zu verwickelt sein. Nachdem wir gezeigt haben, wie die durch eine kreisförmige und eine gleichzeitig geradlinige wiederkehrende Bewegung gebildeten krummen Linien verzeichnet werden können, theilen wir diese beiden Bewegungen, und nehmen an, daß die der Ebene, auf welcher die Curve verzeichnet werden soll, eine kreisförmige fortgehende, die der Linie TO aber eine geradlinige wiederkehrende sei, so daß entweder die ganze Linie, oder auch nur der in ihr liegende Punkt O sich stets in der Richtung eines Halbmessers des von einem Punkte der sich drehenden Ebene beschriebenen Kreises befinde.

Aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, führt die Auflösung dieser Aufgabe auf eine der angenehmsten und nützlichsten Künste, nämlich auf das Guillochiren. Hier heißt die Curve, an der der Punkt O der Linie OT sich fortbewegen muß, damit ihr Ende die verlangte Curve auf der sich drehenden Ebene verzeichne, die Rosette, und die Schiene OT, an welcher in T das Schneideeisen oder der Drehstahl befindlich ist, der Griffel. (Diejenigen, welche sich in dieser Kunst unterrichten wollen, können darüber das Werk von Plumier, das **Manuel du tourneur** von Bergeron, herausgegeben von Salivet, und die Encyclopädie nachsehen.)

In den **Mémoires de l'Académie des sciences** vom Jahre 1734 befinden sich zwei Abhandlungen über diesen Gegenstand von de la Condamine, deren erste, Seite 216, überschrieben ist: Untersuchung über die Drechselbank; Beschreibung und Gebrauch einer Maschine, welche eine der Bewegung der Drechselbank ähnliche Bewegung hervorbringt. [1])

---

1) In de la Condamine's zweiter Abhandlung findet man die Auflösung einiger Aufgaben, die der allgemeinen Aufgabe, deren Auflösung wir angedeutet haben, die er aber aus einem andern Gesichtspunkte betrachtete, ähnlich sind.

Wir haben anstatt einer Maschine die sehr einfache Vorrichtung (C. 10) Tafel VIII angenommen, in der durch ein Hülfsrad A zwei andere B und C in Bewegung gesetzt werden, die in der Drechselbank eine gemeinschaftliche Achse haben. Die Rosette D ist auf dem ersten Rade B angebracht, der Griffel mn aber befindet sich an der beweglichen Schiene PQ, und wird durch eine Feder ab, welche gegen das Ende P der Schiene drückt, stets mit dem Rande der Rosette in Berührung erhalten. Im beweglichen Arme pq, und zwar im Punkte q, befindet sich ein Stift, der nach Willkühr auf jeden beliebigen Punkt eines auf die Ebene C gelegten Papierblattes gebracht werden kann.

Wie Condamine sagt, wird diese Maschine dazu gebraucht, die verschiedenen Figuren, die man mit dem Stifte bei einerlei Rosette einreißen lassen kann, zu finden, was sehr leicht ist. Was das Nähere über diese Figuren, die er durch Veränderung der Rosette oder der Lage des Stiftes erhalten hat, anbetrifft, so müssen wir desfalls auf seine Abhandlung verweisen.

Für die Ausübung sind die Rosetten am bequemsten zu gebrauchen, die die stumpfesten Winkel haben, indem dadurch zu heftige Bewegungen des Schneideeisens oder des Stiftes verhütet werden.

Die zweite Art der Anwendung, sagt derselbe Verfasser, ist die, zu finden, welche Rosetten für die Ausführung einer beliebigen Zeichnung am bequemsten sind.

„Nachdem man den Stift am schicklichen Orte angebracht und befestigt hat, braucht man ihn nur mit der Hand auf der Zeichnung, für welche man die Rosette sucht, fortzuführen, so wird das andere Ende der Schiene, das sich gewöhnlich an den Rand der Rosette lehnt, die verlangte Rosette zeichnen. Zu diesem Ende legt man anstatt des Modelles der Rosette ein zweites Blatt an diesem Ende der Welle auf das Rad B, und versieht den Arm mn an seinem Ende m, welches sich bei der vorher erwähnten Anwendung der Maschine gegen die Rosette legt, mit einem Stifte, der den Umriß der gesuchten Rosette zeichnet.“

(D. 10.) Tafel VIII.

Der zweite Aufsatz von Condamine, Seite 303, ist überschrieben: Untersuchung über die Drechselbank; zweite Abhandlung. Untersuchung der Eigenschaften der krummen Linien, welche vermittelst der Drehbank verzeichnet werden können. In demselben befindet sich die Auflösung der beiden folgenden Aufgaben.

Erste Aufgabe. Der Umriß einer Rosette und die Lage des Drehpunktes, des Griffels und des Stiftes in derselben Ebene seien gegeben; man soll sämmtliche Punkte der Zeichnung in der Ebene, die daraus erhalten wird, finden.

Zweite Aufgabe. Eine Zeichnung, oder ein beliebiger Umriß, und die Lage des Drehpunktes, des Griffels oder des Stiftes seien gegeben, man soll in derselben Ebene sämmtliche

Punkte des Umrisses der Rosette finden, durch welche dieselbe Zeichnung hervorgebracht werden muß.

Die Auflösung dieser beiden Aufgaben ist so leicht, daß wir es für unnöthig halten, etwas darüber anzuführen.

Hierauf beschreibt Condamine noch das Instrument (D. 10), vermittelst dessen, wie er sagt, schnell und leicht durch eine fortgehende Bewegung die Rosetten gefunden und aufgezeichnet werden können, die zur Ausführung aller möglichen Umrisse einer gegebenen Zeichnung geeignet sind, und umgekehrt alle mögliche Zeichnungen, welche vermittelst einer gegebenen Rosette erhalten werden können, und zwar ohne daß man nöthig hätte, kupferne Modelle auszufeilen, wie in der in der ersten Abhandlung beschriebenen Maschine. **ABCD** ist eine drei Zoll lange in der Mitte der Länge nach ausgeschlitzte Schiene, in deren Theile **AB** mehrere Schraubenmuttern ausgeschnitten sind, um den Stift **B**, dessen Kopf mit einem Schraubengewinde versehen ist, mehr oder weniger vom Ende entfernen zu können, und diese Schiene wird von den Scheiden **E** und **G**, und von einer zweiten ebenfalls mit einem Schlitze versehenen Schiene umfaßt. Die erste kann sich längs der zweiten fortbewegen, und auf dieser ist ein kleines Federhaus angebracht, dessen Feder immer die untere Schiene, die durch ein Fädchen **D** mit dem Federhause in Verbindung gebracht ist, nach sich zieht. An der gedachten untern Schiene ist ein zweiter Stift **N** befestigt, der natürlich ein Bestreben erhält, sich stets dem Drehpunkte **P** zu nähern. Dieser Drehpunkt wird durch einen dritten Stift **P** bestimmt, welcher durch beide Schienen geht und auf der obern Schiene **EG** in einem beliebigen Punkte durch die Schraube **z** befestigt ist. Der Gebrauch dieser Maschine ist nun folgender.

T sei der Umriß des Profils eines Kopfes, für den man die passende Rosette sucht. Nachdem man nach diesem Profile ein Kartenblatt ausgeschnitten hat, leimt man dies auf ein anderes Kartenblatt **RS** auf, nimmt darauf einen beliebigen Punkt **T** innerhalb des Umrisses des Kopfes als Drehpunkt an, sticht die beiden Kartenblätter in diesem Punkte durch, und befestigt sie auf einer Ebene, indem man den Stift **P** in dieselbe schlägt. Darauf bringt man den Stift **N** an den erhabenen Umriß des ausgeschnittenen Kopfes, und dreht dann mit der Hand die ganze Maschine herum, indem man den Stift **N** immer am Rande der ausgeschnittenen Karte fortgehen läßt; oder noch besser, man dreht mit der einen Hand nur die Karte um den Drehpunkt, und hält zugleich mit der andern Hand die Maschine fest, wobei man besonders darauf achten muß, daß der Stift **N** nicht den Rand der ausgeschnittenen Karte verlasse.

In beiden Fällen zeichnet der Stift **N** auf die größere Karte **RS**, welche er berührt, die Linie **VX**, die der Umriß der gesuchten Rosette ist. Der Stift **N** wird von der Feder **L** fortwährend gegen den Drehpunkt gezogen und vom Rande des ausgeschnittenen Profils zurückgehalten, und folgt daher leicht dem gedachten Umrisse, außer in dem Falle, wo diesem eine

Stelle, deren Richtung durch den Drehpunkt geht, vorkommt. Dies muß man bei der Wahl der Stelle für den Drehpunkt **P** innerhalb des Umrisses so viel wie möglich zu vermeiden suchen, und wenn man nicht verhindern kann, daß der Stift **N** an irgend einer Stelle, wie z. B. unter der Nase, hängen bliebe, und daß der ausgeschnittene Umriß zu scharfe Biegungen machte, so daß dadurch der Stift **N** während seiner Bewegung zurückgehalten werden könnte, so muß man ein wenig mit der Hand nachhelfen. Man kann jedoch diesem kleinen Uebelstande auch dadurch abhelfen, daß man das Blatt nach der entgegengesetzten Richtung umdreht [1]). Dann gleitet der Stift, der z. B. nicht ohne Hülfe der Hand vom Nasenloche nach der Spitze der Nase fortgleiten konnte, ohne Schwierigkeit von der Spitze der Nase nach dem Nasenloche, und wird stets durch die Feder angedrückt. Dadurch, daß man den Drehpunkt **P** verändert, oder die beiden Stifte **B** und **N** mehr oder weniger von einander entfernt, erhält man verschiedene Umrisse, und wählt dann den stetigsten und für die Drehbank brauchbarsten als Modell der Rosette. Bevor man diese aber ausschneidet, ist es gut, das Modell zu prüfen, indem man eine Karte nach dem Umriß **VX** der gefundenen Rosette ausschneidet, und einen Stift an diesem Umriß fortbewegt, um daraus zu ersehen, ob der andere Stift **N** genau den Umriß des Kopfes **T**, den man ausführen will, wiedergiebt.

In diesem Instrumente hat man den Griffel, den Drehpunkt und das Schneideeisen in gerader Linie angenommen, weil diese Lage für die Ausübung bequemer und einfacher ist. Wollte man sehen, was durch eine schiefe Lage der hierbei in Betracht kommenden Linie erhalten würde, so könnte man leicht dadurch, daß man am Ende **A** der Schiene **AD** einen um die Achse eines Stiftes drehbaren Arm anbrächte, den Stift **B**, welcher die Rosette verzeichnet, aus der Linie durch den Drehpunkt bringen, und die Richtungen beider Schienen sich unter einem beliebigen Winkel schneiden lassen.

Im **Traité des instrumens de mathématiques et mécaniques** von J a c o b de B e s s o n, Lyon **1579**, in Fol. Seite **172**, findet man die Beschreibung mehrerer Zirkel zur Verzeichnung geradliniger, krummliniger, ovaler und spiralförmiger Figuren, und in allen diesen Instrumenten ist an einer der Spitzen des Zirkels eine Rosette angebracht, welche sich nicht bewegt, während die andere sich zugleich mit ihrem Griffel umdreht. Alle diese Vorrichtungen können als Anwendungen der Drechselbanken angesehen werden. Man bemerkt unter ihnen eine sehr einfache, wo anstatt einer elliptischen Rosette eine kreisförmige Scheibe angebracht ist, deren Neigung sich

1) Man muß sich sehr hüten, hier dem Rathe des Verfassers zu folgen, denn solche Uebelstände dürfen weder durch Nachhülfe mit der Hand, noch durch Umdrehung nach entgegengesetzter Richtung, sondern müssen nur dadurch beseitigt werden, daß man den Stift **B** an eine solche nicht in die Richtung von **AD** fallende Stelle bringt, bei welcher alle erwähnten Hindernisse der Bewegung verschwinden; und dies wird bei einiger Uebung und Geduld fast immer möglich sein.

beliebig verändern läßt, und vermittelst deren mit einer Rosette jede beliebige Ellipse verzeichnet werden kann.

De Thilières beschreibt (Machines approuvées par l'Académie royale des sciences, Band VIII. No. 455) einen zur Verzeichnung von Spirallinien geeigneten Zirkel. Am Schlusse dieses Aufsatzes heißt es: „Die zweite von Thilières angegebene Verbesserung ist in einem Aufsatze entwickelt, den er der Akademie im August 1745 mit der Bitte übersandt hat, ihn in der Geschichte des Jahres 1742 kurz zu erwähnen."

Seit einiger Zeit findet man in mehreren Läden in Paris ein kleines Instrument zum Verzeichnen von Ellipsen, welches seiner Einfachheit wegen merkwürdig ist.

In der Oberfläche einer kreisrunden hölzernen Platte A (fig. 8. Tafel XII), von größerem oder kleinerem Durchmesser, sind zwei schwalbenschwanzförmige Rinnen nn und mm angebracht, in denen sich zwei Stücke B und C mit unbedeutender Reibung hin und her schieben lassen. In der Mitte jedes dieser Stücke ist ein kleiner cylindrischer Stift befestigt, und diese Stifte gehen durch kreisrunde Löcher in der Schiene BD, von denen das eine an ihrem Ende B und das andere in größerem oder geringerem Abstande von diesem angebracht ist. In einem beliebigen Punkte der Schiene CD bringt man einen Stift an, und bewegt diese um ihre beiden Drehpunkte, von denen der eine nach der geraden Linie nn, und der andere nach der geraden Linie mm zugleich fortrückt. Der Bleistift verzeichnet dann eine Ellipse, deren Abmessungen und Excentricität man beliebig verändern kann.

Ist DC = a; BC = b; DE = y und EF = x, so findet man folgende Gleichung für die vom Punkte D beschriebene krumme Linie:

$$a^2 (a + b)^2 = a^2 x^2 + (a + b)^2 y^2.$$

Im Bulletin de la Société d'encouragement, XVI. Jahrg. 1817, findet man Seite 13 die Beschreibung zweier Ellipsographen, und eben so in den Transactions of the society instituted a London for the encouragement of arts, manufactures, and commerce, Jahrg. 1817, Band 34, Seite 131, die Beschreibung eines kleinen von William Cubitt für denselben Zweck erfundenen Instruments.

(E. 10.)

A, N, B und C bilden ein System von Zahnrädern, deren Durchmesser sich wie die Zahlen 2, 1, 2, 4 verhalten; a'b' sei eine Schiene, deren Ende a' zu verschiedenen Zeiten in den Punkten 0, 1 und 2 des Rades A befestigt ist, und zugleich mit einem der Punkte a und c des Rades N, und 0 und 1 der Linie B zusammentrifft. Wenn diese Punkte so liegen, daß sie bei irgend einer Lage des Systems in einer geraden Linie liegen, so wird jeder Punkt der

Schiene a'b' eine Drehbewegung haben, und auf den darunter liegenden sich umdrehenden Flächen eine krumme Linie beschreiben.

Die Gestalten der so erzeugten krummen Linien verdienten bekannter zu werden, und sind sehr häufig für manche Gewerbe anwendbar. Es ist leicht zu ersehen, daß sie auf unendlich verschiedene Art verändert werden können, wenn man die anfängliche Lage, welche die Punkte **0**, **1** und **2** im Rade **A**, die Punkte **a** und **c** im Rade **N**, die Punkte **0** und **1** im Rade **B** und andere außerhalb der Schiene a'b', aber damit verbundene Punkte gegen einander haben, ändert. Verändert man das Verhältniß der Durchmesser der Räder und deren Anzahl, so werden durch dies Instrument immer wieder andere Curven erzeugt. Uebrigens ist diese Vorrichtung nur eine besondere Art, von der man in einigen Fällen Gebrauch machen kann, alle Curven aber, welche man durch dieselbe erhält, können auch durch die früher unter (**A. 10**), (**B. 10**), (**C. 10**), (**D. 10**) angegebenen Mittel verzeichnet werden.

(F. 10.)

Aufgabe. Eine Schraubenlinie, oder die Gänge einer Schraubenspindel zu verzeichnen.

AB ist eine feste Welle, an der der Cylinder **C**, auf dessen Oberfläche man die Schraubenlinie verzeichnen will, und das Zahnrad **D** befestigt sind. **MLKN** ist ein Rahmen, der sich um die Achse **AB** drehen läßt, und in dessen Schenkeln **LM** und **KN** die Welle **FG**, die sich um ihre Achse drehen kann, liegt. An derselben befindet sich ein Zahnrad **E**, welches in das Zahnrad **D** greift, und eine Schraubenspindel **HI**, zu der die Mutter **P** gehört. Mit der Mutter ist die Stange **OP** verbunden, deren eines Ende **O** in einen geraden Schlitz greift, welcher durch die ganze Länge des Querstückes **LK** des Rahmens reicht, und an deren anderm Ende ein Stift oder ein Schneideeisen angebracht ist.

Gebrauch dieser Maschine.

Es sei α der Halbmesser des Rades **E**, β der von **D** und δ die Höhe eines Ganges des Schraubengewindes, welches auf der Oberfläche des Cylinders **HI** angebracht ist. Wenn man nun den Rahmen **MLKN** einmal um die Achse der Welle **AB** dreht, so macht das Rad **E**, also auch der Cylinder **HI** $\frac{\beta}{\alpha}$ Umgänge um seine Achse, und der Drehstahl hat zugleich geradlinig einen Weg $= \frac{\delta\beta}{\alpha}$ durchlaufen, welcher der Höhe des auf dem Cylinder **C** verzeichneten Schraubenganges gleich ist. Dieser Höhe kann man jeden beliebigen Werth dadurch geben, daß man das Verhältniß von α und β, oder die Größe von δ durch Einschiebung einer andern Leitschraube **HI** auf eine angemessene Weise verändert.

Wir haben schon bei (**C. 3**) gesagt, daß wenn die Mutter fest ist und die Spindel sich dreht, diese eine drehende und fortgehende geradlinige Bewegung zugleich erhält; und eben solch eine zusammengesetzte Bewegung ist es, die man zur Verzeichnung einer Schraubenlinie auf einer Spindel anwenden muß, weshalb auch die hier in Rede stehende Aufgabe dadurch aufgelöst wird. Diese Anordnung hat man auch auf Hygrometer, Wasseruhren und Pendeluhren angewandt, welche den Grad der Feuchtigkeit der Atmosphäre, oder die Zeit auf einer auf der Oberfläche einer Säule verzeichneten Schraubenlinie angeben sollen.

In Jacob Leupold's im Jahr 1726 erschienenem **Theatrum universale** findet man z. B. auf Tafel 16 ein Hygrometer, dessen Einrichtung folgende ist.

Die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit wirke unmittelbar auf eine Zahnstange **ab** (Taf. **XII. fig. 9**) und theile dieser eine kleine geradlinige wiederkehrende Bewegung mit. An der Welle **A** befinde sich ein Zahnrad **B** und ein Getriebe **C**, in welches die Zahnstange **ab** greift, so wird deren kleine geradlinige wiederkehrende Bewegung in kreisförmige wiederkehrende verwandelt, deren Wirkungen um so bemerkbarer sein werden, je größer der Durchmesser des Rades **B** im Verhältniß zu dem des Getriebes **C** ist. Auf der Welle **nm** ist die kreisrunde Scheibe **pq** angebracht, und auf dieser der Zeiger **s**, der die Grade der Feuchtigkeit der Luft oder die Zeit, auf der in der Oberfläche der Säule verzeichneten Schraubenlinie, die dazu auf eine passende Weise eingetheilt sein muß, angeben soll. Die Welle **nm** besteht aus zwei sehr verschiedenen Theilen; der eine **nr** bildet eine Schraubenspindel und greift in die feste Mutter **F**, der andere **rm** ist vierkantig und gleitet mit unbedeutender Reibung in einer eben so gestalteten, im Mittelpunkte des Zahnrades **tu** angebrachten Oeffnung auf und ab. Dies letztere Rad greift in das Rad **B**, und wird durch einen daran befestigten Rand **xx**, der auf dem Stege **DE** ruht, festgehalten. Die kreisförmige wiederkehrende Bewegung des Rades **B** wird dem Rade **tu** mitgetheilt, und folglich erhalten auch die Welle **mn** und der Zeiger **s** die zusammengesetzte wiederkehrende Bewegung, welche der Zweck erfordert.

(G. 10.) (Grundriß und Ansicht.)

Wenn man von einem Punkte eine Schraubenlinie durchlaufen läßt, so liegt gewöhnlich die Absicht dabei zum Grunde, auf der gekrümmten Oberfläche eines Cylinders eine krumme Linie zu verzeichnen; und in diesem Falle wird die Maschine einfacher, wenn man, wie bei (**B. 10**) angegeben, die Bewegung in zwei andere, nämlich in eine kreisförmige und eine geradlinige, theilt. Dem Cylinder, auf den man die Schraubenlinie verzeichnen will, kann man entweder eine geradlinige Bewegung nach der Richtung seiner Achse mittheilen, während der Drehstahl sich umdreht, oder man kann jenen um seine Achse drehen, während das Schneidezeug sich in einer mit diesem parallelen Linie bewegt. Die letztere Anordnung ist die bequemste, und man

hat sich ihrer daher in den Maschinen zum Ausschneiden der Gewinde stärkerer Schrauben bedient, wie in der zu Chaillot von Perrier errichteten, und in einer andern vom Mechaniker Saleneuve zu seinem eigenen Gebrauche ausgeführten Maschine.

Die Hauptbestandtheile dieser außerordentlich wichtigen Maschine sind folgende. **FG** ist der Cylinder, der die geradlinige Bewegung hervorbringt, und sie dem Schneidezeuge durch die Mutter **P** mittheilt. Er dreht sich um seine Achse und wird durch die Halsbänder **H** und **I** in seiner Lage fest erhalten. **E** ist ein an dem gedachten Cylinder befestigtes Zahnrad, und **C** der Cylinder, in dem das Schraubengewinde ausgeschnitten werden soll; man steckt ihn auf einen Drehstuhl und bringt an demselben ein Zahnrad **D** an. Die beiden Cylinder **C** und **FG** müssen so gehalten werden, daß ihre Achsen immer auf das Genaueste mit einander parallel bleiben. **A** ist ein drittes Hülfsrad, vermittelst dessen die beiden Räder **D** und **E** auf einander wirken können, und das nach Belieben höher oder tiefer angebracht wird, so daß es bei allen Veränderungen, welche nach den verschiedenen Umständen in einem Rade erforderlich werden können, um die Halbmesser **D** und **E** in ein anderes Verhältniß zu einander zu bringen, gebraucht werden kann. Wenn dies Verhältniß so groß ist, daß der unveränderliche Abstand der Achsen der beiden Cylinder in der Maschine nicht gestattet, nur die beiden Räder **D** und **E** anzubringen, und es unmöglich ist, den Leitcylinder zu verändern, so bringt man anstatt des Rades **A** ein anderes mit einem Getriebe versehenes Rad an.

Es sei α der Halbmesser von **E**, β der von **D**, δ die Höhe eines Ganges der Schraube **FG**. Während eines Umganges von **D** macht **E** $\frac{\beta}{\alpha}$ mal einen Umgang, und das Schneidezeug durchläuft den Raum $\frac{\delta\beta}{\alpha}$, der der Höhe des Ganges der auf **C** gezeichneten Schraubenlinie gleich ist; nennt man diesen δ', so erhält man $\frac{\beta}{\alpha} = \frac{\delta'}{\delta}$.

Wenn das Verhältniß $\frac{\delta'}{\delta}$ zu groß oder zu klein ist, als daß man es in der Ausübung auf eine angegebene Maschine anwenden könnte, ohne den Werth von δ zu verändern, so bringt man statt des Rades **A** ein System von zwei an derselben Welle befestigten Rädern an, von denen das eine, dessen Halbmesser γ ist, in **D**, und das andere, mit dem Halbmesser γ', in **E** greift, und erhält dann die Gleichung $\frac{\beta}{\alpha} \cdot \frac{\gamma'}{\gamma} = \frac{\delta'}{\delta}$, wodurch es eher möglich wird, den Bedingungen der Aufgabe zu genügen.

(H. 10.)

Anstatt der Leitschraube kann man auch eine Zahnstange anbringen, deren geradlinige Bewegung durch die des Cylinders erzeugt wird, in dem man das Schraubengewinde ausschneiden will. Das Resultat würde dasselbe sein, allein die Maschine würde vielleicht nicht eben so viele Vortheile gewähren, wie die eben beschriebene. Auch haben wir dieselbe hier nur deshalb angeführt, damit man sich daran gewöhnen solle, alle mögliche Zusammenstellungen zu versuchen, bevor man bei einer bestimmten Art derselben stehen bleibt.

Durch eine schiefe Ebene kann man dem Drehstahle ebenfalls eine geradlinige wiederkehrende Bewegung mittheilen, wie in fig. (H. 1) angeführt worden, und erhält dann durch eine bloße Veränderung der Neigung der schiefen Ebene Schraubengänge von jeder Höhe. Dieser Vorrichtung kann man sich mit Vortheil zur Verfertigung der Schraubenspindeln von gewöhnlichen Abmessungen bedienen, die Maschine würde jedoch zu unbequem werden, wenn man sie bei der Anfertigung von stärkeren Schrauben gebrauchen wollte.

Die schiefe Ebene kann entweder durch eine Zahnstange, in welche das Getriebe **D**, **fig.** (**G. 10**) greift, oder durch eine Schraubenspindel, deren Achse auf dem zu schneidenden Cylinder normal ist, in Bewegung gesetzt werden. Ferdinand Berthoud giebt in seinem **Essai sur l'horlogerie**, Paris 1786, Band I. Seite 150, die Beschreibung einer Maschine zum Schneiden der Schnecken, in welcher er sich des ersten der gedachten beiden Mittel bedient, um die schiefe Fläche fortzubewegen.

(I. 10.)

Es ist dies eine Abänderung der Vorrichtung (E. 10), von welcher Prony in seiner **Architectura hydraulica nova**, Band II. Seite 141 (in Langsdorf's Uebersetzung, Seite 116) sagt:

„Wir haben die Beschreibung davon aus einem englischen Werke von George Adams genommen, das den Titel führt: **Geometrical and graphical Essays etc.** London 1791; aber sein Erfinder ist Johann Baptista Suardi, welcher es in einem italienischen Werke beschrieben hat, unter dem Titel: **Nuovo istromento per la descrizione di diverse curve antiche et moderne etc.** Er nennt es geometrische Feder."

„Die Zeichnung (I. 10) stellt die geometrische Feder vor; sie ist vermittelst der Träger **A**, **B** und **C** auf einer Tafel befestigt; die oberen Enden **a** und **a** dieser Träger drehen sich um eine gemeinschaftliche Achse, damit man sie mit dem dritten in eine Ebene zusammenlegen, und das Werkzeug, wenn man es nicht braucht, bequemer in einem Kästchen verwahren kann."

„Unten an der Achse **D**, welche unbeweglich ist, und mit dem Träger **C** ein Stück ausmacht, befestigt man ein gezahntes Rad **i**, welches verwechselt werden kann; allemal aber,

wenn es sich an seiner Stelle befindet, mit der Achse **D** ein zusammenhängendes Stück ausmacht und wie diese unbeweglich ist."

„**EG** ist ein metallenes Lineal, das der Länge nach größtentheils geschlitzt ist; sein Ende **E** greift zwischen dem Stück **k** und dem Rad **i** ein, doch so, daß es sich ungehindert um die Achse **D** drehen kann. Eine bewegbare Büchse **b** wird so angebracht, daß sie sich längs dem Lineale **EG** verschieben, und an jeder Stelle befestigen läßt. Diese Büchse ist mit einem andern gezahnten Rade **h** verbunden, das man nach Willkühr verwechselt, und das nach der der Büchse angewiesenen Stelle entweder unmittelbar in das Rad **i** eingreifen kann, oder durch letzteres mittelst eines andern dazwischen angebrachten verzahnten Rades, wie man in der Figur sieht, in Bewegung gebracht wird."

„Die Achse des gezahnten Rades **h** ist in einem Rohr **I** befestigt, das in einer unteren Büchse **c** sitzt; hier ist ein Lineal **fg** angebracht, an dessen Ende sich der Bleistift **K** befindet, welcher die krumme Linie, die man beschreiben will, auf dem Papiere verzeichnet. Den Bleistift kann man nach Willkühr näher zur Achse des Rades **h** hin, oder weit von ihr wegrücken, je nachdem man die Büchse **c** mit irgend einem Theile des Lineales **fg** zusammenrichtet."

„Aus allem diesen erhellt, daß wenn man das Lineal **EG** sich um die Achse **D** herumdrehen läßt, das verzahnte Rad **h** ganz um die Achse **D** herum eine fortwährende Bewegung macht, und zugleich eine Umdrehungsbewegung um seine eigene Achse; das Verhältniß der mit diesen beiden Bewegungen verbundenen Winkelgeschwindigkeiten hängt von der Beschaffenheit des dazwischen angebrachten Räderwerkes ab. Die Büchse **c** und der Bleistift **K** haben gleichfalls außer der fortwälzenden Kreisbewegung um die Achse **D** noch eine besondere mit dem Rade **h** gemeinschaftliche Umdrehungsbewegung, und die krumme Linie, welche der Punkt **K** beschreibt, hängt sowohl von dem vorhin erwähnten Verhältniß der Winkelgeschwindigkeiten ab, als von dem Verhältnisse der Halbmesser **Db** und **bk**."

„Diese Verhältnisse lassen sich nach Willkühr abändern, entweder durch verschiedene Einrichtungen des Räderwerkes, oder dadurch, daß man die Büchsen **c** und **b** auf verschiedene Punkte ihrer zugehörigen Lineale richtet. Man sieht also, daß sich auf diese Weise unzählige krumme Linien verzeichnen lassen, welche alle von der Kreislinie verschieden sind, aber doch durch eine Verbindung kreisförmiger Bewegungen erzeugt werden. Leser, welche einigermaßen Geometer sind, können sich in der Untersuchung solcher Verbindungen üben, welche gegebene krumme Linien darstellen."

„Adams versichert, die Herren Watt und Bolton haben wirklich hierauf den Mechanismus der Dampfmaschinen gegründet, **It has lately been happily introduced into the steam engine, by MM. *Watt* and *Bolton*.** Herr Watt hat nachher einem unserer Bekannten die Richtigkeit dieser Behauptung mündlich bestätigt."

(K. 10.)

A ist eine viereckige Platte, B ein auf derselben befestigter Cylinder, in dessen gekrümmter Oberfläche eine Rinne, wie die in einer Rolle, angebracht ist; abc und def sind zwei Seile, welche sich nach entgegengesetzten Richtungen um den Cylinder B schlingen, und sich auf der einen Seite in a und d endigen, wo sie an Stiften, die in einer festen Schiene stecken, befestigt sind; und auf der andern Seite in c und f, wo sie ebenfalls an Stiften befestigt sind, die in einer andern mit der vorigen parallelen Schiene, die sich nach ihrer Länge frei bewegen kann, sitzen. Wenn man daher dieser letzteren Schiene nach der Richtung ihrer Länge eine geradlinige wiederkehrende Bewegung mittheilt, so nimmt die Platte A daran Theil, dreht sich aber dabei zugleich um die Achse des Cylinders B, und jeder Punkt der unteren Oberfläche derselben, außer ihrem Mittelpunkt, beschreibt eine Epicycloïde.

Wir haben diese Vorrichtung auf das Schleifen und Poliren von Spiegeln angewandt gefunden.

(L. 10.) (Grundriß und Durchschnitt.)

AB ist eine feste Schiene, die mit einer Reihe von Stiften a, a... versehen ist; EDE eine Welle mit Krummzapfen, CD eine Schiene, deren Ende C zwischen zweien der Stifte a der Schiene AB liegt, während ihr Ende D, in welchem sich ein Auge befindet, an der Warze der Welle EDE so hängt, daß wenn diese Welle umgedreht wird, die Schiene CD zugleich eine geradlinige und eine kreisförmig wiederkehrende Bewegung erhält. Vermöge dieser zusammengesetzten Bewegung beschreibt jeder Punkt der Schiene CD eine Curve, welche bekanntlich zu den herzförmigen gehört, und in der die Stelle, in welcher die Veränderung der Richtung am größten ist, stets nach der festliegenden Schiene AB zugekehrt ist. Die mit einem Sperrade M versehene viereckige Platte N kann in einem beliebigen Punkte der Schiene CD angebracht sein, und muß sich frei um eine mit der des Sperrades M zusammenfallende Achse drehen. EFG ist eine Klaue, an der sich in E ein Oehr befindet, vermittelst dessen sie an der gekröpften Welle E hängt, und dann durch ein anderes in irgend einem Punkte der Schiene CD befestigtes Oehr geht, (welches, da es sich frei umdrehen läßt, gestattet, daß die Klaue E sich um die Welle E drehen, mithin während der Umdrehung dieser zwei Schwingungen machen könne,) am Ende GH aber so gekrümmt ist, daß, wenn das Ende D der Schiene CD sich in dem von den Stiften a, a, zwischen welchen ihr Ende C fortgleitet, entferntesten Punkte seines Weges befindet, das Ende H der Klaue dem Rade M eine kleine kreisförmige Bewegung um seine Achse mittheilt. Faßt nun die Klaue stets von neuem einen Zahn im Umfange des Rades M, so muß dieselbe Wirkung sich bei jeder Umdrehung der Welle E wiederholen, indem die Klaue dann auf die folgenden Zähne des Sperrades eben so wie vorher wirkt.

Eine solche Vorrichtung hat Burrow in einer Maschine zum Schleifen von Spiegeln angewendet, deren Beschreibung man im **II.** Bande, Seite **142** des Werkes von Alexander Mabyn Bailey findet. Das Modell dieser Maschine befindet sich im Maschinen-Modell-Saale in der Straße St. Martin in Paris.

(M. 10.) Tafel XI.

Schon bei (**H. 10**) haben wir erwähnt, daß man sich zur Verfertigung der Schraubenspindeln von gewöhnlichen Abmessungen einer schiefen Ebene bediene, und daß diese entweder durch eine Zahnstange oder durch eine auf der Achse des Cylinders, in dem man sie ausschneiden will, normale Schraube in Bewegung gesetzt werden könne, und haben bei der Anwendung des ersteren dieser beiden Mittel auf die Bewegung der schiefen Ebene, auf die von Berthoud gegebene Beschreibung einer Maschine zum Schneiden der Schnecken verwiesen. Des zweiten Mittels könnte man sich zum Schneiden der Schrauben von kleinen Abmessungen, z. B. der Holzschrauben, bedienen.

AA′ ist der Cylinder, in dem ein Schraubengewinde ausgeschnitten werden soll. Er liegt in zwei Docken **F** und **G**, an seinem Ende **A** ist ein Zahnrad **C** angebracht, und die Kraft, durch welche er umgedreht wird, wirkt auf sein Ende **A′**. Die Achse der Welle **BB′** ist auf der des Cylinders **AA′** normal, liegt in den beiden Docken **H** und **I**, und ist mit einem Zahnrade **D** versehen, welches in das Rad **C** greift. Der Theil **gh** der Welle **BB** bildet eine Schraubenspindel, und **E** ist eine eiserne Stange, auf der die Büchse, welche den Drehstahl **M** trägt, mit unbedeutender Reibung fortgleiten kann. Diese eiserne Stange hat die Gestalt eines drei- oder vierseitigen Prisma, und liegt in den beiden Docken **F** und **G**. **abcd** ist eine große und tiefe Grube in der Platte, auf welcher die Docken **F**, **G**, **H** und **I** befestigt sind, und **efbd** eine Schiene, deren Dicke der Tiefe der Grube **abcd** gleich ist, in dieser selbst liegt, und ihrer Länge nach darin frei fortgleiten kann. Auf der Schiene **efbd** stehen zwei Docken **K** und **L**; am obern Ende der ersten derselben befindet sich ein Cylinder, in dem eine Oeffnung ausgeschnitten ist, durch welche die Welle **BB′** geht; und in dem Ende der andern liegt die Mutter der Schraube **gh**. Am Ende **ef** der Schiene **efbd** ist die Schiene **esi** befestigt, um deren Endpunkt **i** sich die Schiene **ik** in einem Gewinde drehen kann. Diese ist ihrer Länge nach mit einem Schlitz **lm** versehen, in welchen ein kleiner Cylinder geht, der mit der Büchse **M**, an welcher der Drehstahl befestigt, verbunden ist. **p** und **q** sind zwei kleine Kugeln an den Enden der beiden Cylinder, von denen der eine auf der Schiene **efbd** und der andere auf der Schiene **ik** steht, welche sich frei um ihre Achsen drehen können. Der Theil **no** der Stange **nr** ist cylindrisch und geht durch eine kreisrunde Oeffnung in der kleinen Kugel **p**; er kann sich frei

drehen, jedoch nicht gleiten; der andere Theil or derselben Stange bildet eine Schraubenspindel und greift in eine in der kleinen Kugel q eingeschnittene Mutter.

Wenn sich nun der Cylinder **AA′** dreht, so theilt er diese Bewegung auch der Welle **BB′** mit, die Schiene efbd rückt fort, und mit ihr zugleich die Schiene **ik.** Den Winkel, welchen diese beiden Schienen mit einander einschließen, kann man vermittelst der Schraube nr beliebig verändern, die letztere thut daher dasselbe, was eine schiefe Ebene thun würde, und ertheilt der Büchse **M** mit dem Drehstahle jede beliebige Geschwindigkeit.

Ist p die Höhe eines Ganges der Schraube, welche ausgeschnitten werden soll, p′ die der Leitschraube gh, n der Durchmesser des Rades **C**, n′ der des Rades **D**; **R** der Sinus totus, und a der Neigungswinkel der schiefen Ebene, so erhält man

$$p = \frac{1}{R} \cdot p' \cdot \frac{n}{n'} \text{ tang. } a.$$

und aus dieser Gleichung läßt sich der Werth einer der fünf Größen p, p′, n, n′ und a entwickeln, wenn die übrigen vier bekannt sind. Gewöhnlich ist der Werth von a zu bestimmen.

(N. 10.) Tafel XI.

Die unter (**L. 1**) angegebene Vorrichtung kann auch zur Anfertigung von Schraubenspindeln von kleinen Abmessungen gebraucht werden. Es sei ein zwischen den Docken r und p liegendes Stück **MG**, welches mit der in den Docken p und q liegenden Welle einerlei Drehachse hat, und von dem ein zwischen **A** und **G** liegender Theil bereits mit Schraubengewinden versehen ist, auf ähnliche Art auszuschneiden. Das Stück **AG** liege in der Docke q und die Spindel greife in die Mutter s, und möge sich nicht umdrehen können. Durch diese Mutter wird die Schiene **AB** geleitet und frei um den Punkt **A** gedreht; in derselben befindet sich noch ein Längenschlitz nm, in den der cylindrische Stift c greift.

Die Schiene **CD** gleitet durch die in den drei Docken r, p und q angebrachten Oeffnungen; an derselben befindet sich noch der Stahl **K** und der auf ihr normale Arm **EF**, in dem wieder der kleine cylindrische Stift a angebracht ist, der in den Schlitz mn der Schiene **AB** greift. Wenn man die Welle **AH** nach der erforderlichen Richtung dreht, so rückt die Mutter s nach **G** zu und nimmt die Stange **CD** mit sich fort, wodurch der Stahl **K** jede beliebige Geschwindigkeit erhalten kann.

Ist p die Höhe eines Ganges der Schraube, welche man anfertigen will, p′ die eines Ganges der Schraube **AG**, a gleich Ac, und y gleich dem Abstande ca des Cylinders c, den man als fest ansehen kann, vom Cylinder a, welchen man in einem beliebigen Punkte des Armes **EF** anbringt, so erhält man die Gleichung:

$$y = a \frac{p}{p'}$$

in welcher nur in zweien von einander sehr verschiedenen Fällen $p = p'$ wird, nämlich in dem, wo $y = a$, und in dem $y = \infty$ ist; in diesem letzteren Falle ist der Winkel MAB unveränderlich.

Diese Vorrichtung ist in einer Maschine zum Schneiden der Schnecken angewandt, welche in Thiout's Traité d'horlogerie, Band I. Seite 70, vorkommt.

§. 11.

Die kreisförmige fortgehende Bewegung mit gleichförmiger oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit soll in eine wiederkehrende Bewegung nach einer gegebenen krummen Linie verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder beständig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist; die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

Mittel, um diese Aufgabe geradezu aufzulösen, sind nicht bekannt; wenn man aber durch irgend eines der in §. 9 enthaltenen Mittel die kreisförmige fortgehende Bewegung in kreisförmige wiederkehrende verwandelt, so läßt sich diese letztere durch die in §. 10 und in (A. 20) angegebenen Mittel in eine andere wiederkehrende Bewegung nach einer gegebenen krummen Linie verwandeln.

§. 12.

Die fortgehende Bewegung nach einer gegebenen krummen Linie, mit gleichförmiger oder einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit, soll in eine geradlinige wiederkehrende Bewegung verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder beständig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist, die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

Durch die in §. 10 angegebenen Mittel verwandelt man die gegebene Bewegung in kreisförmige fortgehende, und diese letztere nach §. 7 in geradlinige wiederkehrende.

§. 13.

Die fortgehende Bewegung nach einer gegebenen krummen Linie mit gleichförmiger, oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit soll

in eine kreisförmige wiederkehrende Bewegung verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder beständig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist, die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

Man verwandelt die gegebene Bewegung nach §. 10 in kreisförmige fortgehende, und diese durch die in §. 9 angegebenen Mittel in kreisförmige wiederkehrende.

§. 14.

Die fortgehende Bewegung nach einer gegebenen krummen Linie mit gleichförmiger oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlicher Geschwindigkeit soll in eine Bewegung nach einer krummen Linie verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder beständig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist, die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

(A. 14.)

Wenn man die gegebene Bewegung durch die in §. 10 angegebenen Mittel in kreisförmige fortgehende verwandelt, so läßt sich diese durch die in demselben §. angegebenen Vorrichtungen in eine andere nach einer gegebenen krummen Linie verwandeln.

(B. 14.) Tafel VIII.

Der Storchschnabel, von Langlois verbessert. Die Beschreibung desselben findet man in den Machines approuvées par l'Académie des sciences, Band VII. No. 460. Vermittelst dieses Instruments kann man jede Figur in einem beliebigen Verhältnisse verkleinert oder vergrößert zeichnen, wobei zugleich die Geschwindigkeit des Punktes, auf dessen Bewegung es ankommt, ebenfalls willkührlich ist.

In den Annales des arts et manufactures, Band V. Seite 59, findet man unter dem Namen Autograph eine Maschine beschrieben, durch welche man Zeichnungen und Handschriften vervielfältigen kann, welche jedoch nur eine Abänderung des Storchschnabels ist.

§. 15.

Die fortgehende Bewegung nach einer gegebenen krummen Linie mit gleichförmiger oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit soll

in eine wiederkehrende Bewegung nach einer gegebenen krummen Linie verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder beständig, oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist, die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

Man verwandelt die gegebene Bewegung durch die in §. 13 angegebenen Mittel in eine kreisförmige wiederkehrende, und diese darauf nach §. 10 in eine wiederkehrende nach einer gegebenen krummen Linie.

§. 16.

Die geradlinige wiederkehrende Bewegung mit gleichförmiger oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit soll in eine geradlinige wiederkehrende Bewegung verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder beständig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist; die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

Man verwandelt durch die in §. 7 angegebenen Mittel die geradlinige wiederkehrende Bewegung in kreisförmige, und diese dann wieder nach demselben §. in geradlinige wiederkehrende.

Durch alle in §. 1 angegebene Vorrichtungen läßt sich die Aufgabe ebenfalls auflösen.

Du Buisson hat eine von ihm erfundene Maschine beschrieben, vermittelst welcher die Schrötlinge unter den Stempel des Druckwerkes gebracht werden. (Machines approuvées par l'Académie, Band V. No. 350.) Er bedient sich zur Erzeugung der geradlinigen wiederkehrenden Bewegung einer schiefen Fläche; übrigens erwähnen wir diese Erfindung in geschichtlicher Hinsicht.

Die kleine Pumpe, deren man sich auf den Schiffen und in Weinkellern bedient, um die Flüssigkeiten durch wiederholte Stöße mit der Hand zu heben, und die unter dem Namen hydraulisches Rohr allgemein bekannt ist, besteht aus einer Röhre, welche an dem Ende, das man in die Flüssigkeit eintaucht, mit einem Ventile versehen ist. Zuweilen fehlt dies auch, und man gebraucht sie, indem man mit dem Daumen der Hand am andern Ende, welches sich außerhalb der Flüssigkeit befindet, auf eine geschickte Art arbeitet. Diese Vorrichtung gehört in den gegenwärtigen Paragraphen.

§. 17.

Die geradlinige wiederkehrende Bewegung mit gleichförmiger oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit, soll in eine kreisförmig

wiederkehrende Bewegung verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder gleichförmig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist, die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

(A. 17.)

Ein Theil der in §. 3 und §. 7 angegebenen Mittel gehört ebenfalls in diesen Paragraphen.

(B. 17.) Tafel IX.

AB ist ein Hebel, der sich um seine Achse **C** dreht, welche zugleich den Mittelpunkt des Halbkreises **DEF**, der an demselben Hebel befestigt ist, bildet. In den Punkten **D** und **F** liegen die Enden einer Kette **DGHKF**, welche man durch zwei Bolzen so befestigt, daß man sie beliebig verlängern oder verkürzen kann, und indem die Kette über die zwei festen Rollen **G** und **K** geht, so erzeugt die kreisförmige wiederkehrende Bewegung des Hebels **AB** im Punkte **H** der Kette eine geradlinige wiederkehrende, und umgekehrt.

Diese Anordnung wurde bei einer Maschine zum Abschneiden der Grundpfähle unter Wasser angewandt, und sie ist wirklich für diesen Zweck eine der einfachsten und besten.

(C. 17.)

Die Bewegung der Scheere ist sehr bekannt, und wird zur Unterhaltung der Kinder in mehreren Spielzeugen angewendet. Der Pater du Vivier wandte dieselbe bei einer Maschine an, mit welcher, nach seiner Behauptung, Schiffe stromaufwärts gezogen werden können. (Machines approuvées par l'Académie des sciences, Band VI. No. 429). Mehrere andere Anwendungen eben dieser Anordnung auf Maschinen, die jedoch sämmtlich sehr unvollkommen sind, findet man in dem Théatre des instrumens de mathématiques von Jacob Besson, Lyon 1559. Besson bringt die in derselben erforderliche kreisförmige wiederkehrende Bewegung durch eine feste Schraube hervor, die aus zwei mit Schraubengewinden versehenen Theilen besteht, deren Gänge nach entgegengesetzten Richtungen gewunden sind. Durch Umdrehung der Spindel werden zwei Muttern, die sich in den Enden der beiden äußersten Arme der Scheere befinden, gezwungen, sich abwechselnd einander zu nähern und von einander zu entfernen. Diese Vorrichtung läßt sich auch in andern Fällen anwenden [1]).

---

1) Leupold führt im 23. Kapitel des I. Bandes seines unter (F. 7) erwähnten Werkes unter der Ueberschrift Schwanenschnabel einige Anwendungen der Scheere an.

Die Zange oder Teufelsklaue, deren man sich allgemein bedient, um sehr schwere Körper aus dem Grunde des Meeres zu erheben, ist eine Anwendung derselben Vorrichtung.

Eben so ist auch die gewöhnliche Garnwinde, sobald sie für viele beliebige Längen der in einem Gewinde enthaltenen Fäden brauchbar sein soll, eine sehr sinnreiche und nützliche Anwendung der Scheere.

(D. 17.)

In **No. 19** und **20** der **Annales des arts et manufactures** findet man eine Beschreibung einer neuen, dem Ministerium des Seewesens von Berger vorgelegten Saugepumpe.

Diese Pumpe, in welcher die Kolben paarweise angeordnet sind, bietet Vortheile dar, welche berücksichtigt zu werden verdienen. Die Erfindung (sagen Bory, Monge und Leveque in ihrem dem Institute erstatteten und in den angeführten Nummern vollständig abgedruckten Berichte, welcher gelesen zu werden verdient) gehört nicht Berger, wie er selbst sagt, sondern einem Engländer, Namens Noble, dessen Pumpen beim englischen Seewesen anstatt der Kettenpumpen eingeführt wurden. Die ersten Pumpen dieser Art wurden im Jahre 1790 auf dem Schiffe **Windsor Castle** von 74 Kanonen angebracht, und seitdem hat man sich ihrer mit großem Vortheil bedient. Berger schlägt zwei Mittel vor, durch welche seine Pumpen in Bewegung gesetzt werden können, von denen die Berichterstatter das eine jedoch geradezu verwerfen, das andere aber den Kurbeln, deren sich die Engländer bedienen, vorziehen, und in dem angeführten Berichte folgende Beschreibung dieser Anordnung geben:

„Das Hauptstück ist ein Rhombus, der von vier eisernen Schienen ab, bc, cd und da gebildet wird, welche an ihren Enden durch Gewinde so mit einander verbunden sind, daß sich die Winkel vergrößern oder verkleinern lassen, und alle mögliche Rhomben von gleichem Umfange erhalten werden können. Ist nun die Ebene dieses Rhombus lothrecht, und eine seiner Diagonalen wagerecht, und durch zwei Schwingen ae und cf von gleicher Länge so unterstützt, daß der Bolzen, welcher zwei Schenkel des Rhombus mit einander verbindet, zugleich auch durch die zugehörigen Schwingen geht, so muß die andere Diagonale des Rhombus lothrecht sein und in die Verlängerung der Achse des Pumpenstieles fallen. Am obern Ende b dieser Diagonale sind die beiden Stangen, welche zum untern Kolben gehören, am andern Ende die des obern Kolbens befestigt, und derselbe Bolzen, welcher die beiden fraglichen mit dieser Diagonale zusammentreffenden Schienen verbindet, geht auch durch die Kolbenstangen."

„Da die Winkel des Rhombus, und mithin die Längen der Diagonalen desselben veränderlich sind, so sieht man leicht, daß die beiden Schwingen ae und cf, welche denselben tragen, nicht unbeweglich sein dürfen. Sie sind daher auf dem Verdecke zwischen zwei Knaggen e und f,

durch welche der Bolzen an dem untern Ende der Schwingen geht, angebracht, und können sich daher in der Ebene des Rhombus wiederkehrend kreisförmig bewegen."

„Der Verfasser nennt diese Vorrichtung: Rhombus mit veränderlichen Diagonalen, und man sieht, daß wenn die Spitzen der Winkel an den Enden der wagerechten Diagonalen einander genähert werden, die Spitze des oberen Winkels in die Höhe steigt, die des untern aber um eben so viel sinkt. Wenn dagegen die Spitzen der eben erwähnten Winkel von einander entfernt werden, so findet das Umgekehrte Statt, und durch dies Auf- und Niedergehen werden die Kolben in Bewegung gesetzt. Auch sieht man, daß bei dieser Anordnung der größte Weg, den jeder Kolben durchlaufen könnte, einer Seite des Rhombus gleich ist, welches Maximum jedoch nicht nöthig, ja nicht einmal zu erhalten möglich ist, indem es darauf ankommt, daß sich die Schwingen nicht zu weit von ihrer lothrechten Richtung entfernen. Berger will die Seite des Rhombus sechs Decimeter lang machen, und nimmt dabei den Weg des Kolbens nur auf etwa achtzehn Zoll (pied du Roi) an."

„Man sieht, daß sich bei der eben beschriebenen Art der Bewegung des Kolbens die verschiedenen Punkte der Seiten des Rhombus nach einerlei Verhältniß erheben und senken, so daß die Höhe des Kolbenhubes und der Weg, den ein Punkt des Kolbens nach lothrechter Richtung durchläuft, sich jederzeit wie der Abstand des Anhängepunktes der Kolbenstange zu dem Abstande des fraglichen Punktes von dem am obern Ende der zugehörigen Schwinge angebrachten Bolzen verhalte. Eine wagerechte Linie von der Mitte der einen untern Seite bis zu der der andern, steigt oder sinkt daher um die Hälfte eines Kolbenhubes. Auf diese durch eine Stange gebildete Linie läßt Berger nun die bewegende Kraft unmittelbar wirken, und zwar auf folgende Weise. Auf jeder der beiden untern Schienen des Rhombus ist eine eiserne Achse angebracht, an welcher sich zwei, etwa ein Decimeter starke hölzerne Naben befinden. Der hervorstehende Theil jeder Achse ist genau cylindrisch abgedreht, und auf denselben sind kupferne, mit einem Rande versehene Rollen gesteckt, auf welchen eine Art Gatter, welches den Rhombus umfaßt, liegt. Die Rollen bewegen sich in Schlitzen, die im Gatter angebracht sind, und das Ganze wird durch Schraubenmuttern, wie die Räder an Kutschen, zusammengehalten. Die Länge der Ausschnitte in den Stäben des Rahmens hängt von der Höhe des Kolbenhubes ab. Da sich in der Mitte jeder der beiden Seiten eine feste Achse befindet, so muß alles fest mit einander verbunden sein, weil beide Achsen dasselbe leisten sollen, was eine einzige, durch die Gabel gehende leisten würde. Beide erwähnte Achsen greifen in die Seiten des Rahmens eines Wagebaumes ein, der das ganze System umfaßt, und fast eben so, wie der Druckbaum einer Feuerspritze eingerichtet ist. Die Drehachse des Wagebaums liegt in zwei lothrechten Ständern **CD** und die Achse des Rahmens befindet sich im Ende des zweiten Drittheils des nach dieser Seite zugekehrten Armes des Wagbaumes."

„Wenn nun das Gatter durch Menschen auf und nieder getrieben wird, indem die mit Rändern versehenen Rollen in den Seitenstücken des Gatters hin und her laufen können, so muß der Rhombus sich abwechselnd öffnen und schließen, und dadurch das Kolbenspiel erzeugt werden. Eben so kann auch der Weg, den die Gabel durchläuft, nur halb so groß als der Kolbenhub sein, und die Menschen, welche auf die Querarme wirken, müssen diese nur durch einen Raum bewegen, welcher dem Kolbenhube gleich ist, während dieser für jedes Paar gleich ist, jedoch in entgegengesetzter Richtung erfolgt, und die Kolbenstangen bleiben endlich stets in einer lothrechten Linie, weil die Punkte des Rhombus, in denen sie befestigt sind, vermöge der Vorrichtung ein Bestreben haben, in der verticalen Ebene zwei Curven zu beschreiben, deren erhabene Seiten gegen einander gekehrt sind. Diese Punkte können sich daher nur nach der beiden Linien gemeinschaftlichen Tangente bewegen, und diese ist lothrecht."

„Wir haben zwar vorher gesagt, daß der Kolbenhub zweimal so groß als der vom Rahmen in lothrechter Richtung zurückgelegte Weg sei, indessen findet dies nicht in aller Schärfe Statt. In der eben beschriebenen Vorrichtung wird er vermöge der Schwingen, auf denen der Rhombus liegt, etwas größer, weil die wagerechte Diagonale dadurch etwas erhoben oder gesenkt wird. Dies ist jedoch mehr vortheilhaft als nachtheilig."

In demselben Berichte ist auch angeführt, wie vortheilhaft es sein würde, die Arbeiter an solchen Druckbäumen innerhalb und nicht außerhalb derselben anzustellen, d. h. so, daß sie sich den Rücken und nicht das Gesicht zukehren, weil die Leute dann eine längere Zeit hindurch arbeiten können, ohne so schnell ermüdet zu werden [1]).

(E. 17.)

Vermittelst zweier Kettenstücke, die nach entgegengesetzten Richtungen an jeder der Stangen **MN** und **PQ**, welche durch die Scheiden p, q, r, s gleiten, befestigt sind, theilt der Wagbaum **B**, an dessen Endpunkte sich zwei Bogenstücke befinden, die wieder die Ketten tragen, den zwei Stangen eine geradlinige wiederkehrende Bewegung mit, und umgekehrt.

Berthelot beschreibt in seiner **Mécanique appliquée aux arts**, Band **I.** Seite **13**, eine Mühle mit Wagbaum. Die Bewegung eines Trittbretes wird vermittelst zweier Ketten, welche

---

1) In fig. (D. 17) ist der Rahmen weggelassen und nur ein Theil gi des Druckbaumes angegeben. In dem bei diesem Theile angegebenen Arme des Druckbaumes ist die krumme Linie nmk verzeichnet, welche die Mittellinie des Schlitzes sein muß, in den die an einer der unteren Seiten des Rhombus befindliche Achse greifen muß. An dieser Achse befindet sich eine Rolle zur Verminderung der Reibung. Diese Anordnung scheint uns einfacher als die von Berger angegebene, und obgleich der Rahmen weggelassen und die Zeichnung verändert worden ist, so wird man doch bei einiger Aufmerksamkeit den Text verstehen. Wer übrigens das unter (A. 7), (B. 7) und (K. 7) verstanden hat, wird leicht die Curve nmk verzeichnen können.

auf zwei Stangen wirken, deren eine steigt, während die andere fällt, in geradlinige wiederkehrende verwandelt. Jede Stange ist mit einem Sperrhaken versehn, der nach einerlei Richtung auf die Zähne eines Sperrades wirkt, und diesem Rade eine kreisförmige fortgehende Bewegung mittheilt. An der Welle des Sperrades befindet sich dann das große Zahnrad, welches in das Getriebe des Mühleisens greift.

Dieselbe Vorrichtung wendet Berthelot, Band I. Seite 36, in einer Maschine zum Zerstampfen verschiedener Materien an, in der die Welle des Sperrades mit Daumen versehen ist, durch welche die Stampfen erhoben werden. In demselben Bande Seite 38 wendet er sie auf die großen Hämmer in Hammerwerken an.

Einige Beispiele von der Anwendung dieser Anordnung findet man noch in den **Annales des arts et manufactures**, Band **VII.** Seite 83, in einem Aufsatze unter der Ueberschrift: **Description de plusieurs nouvelles pompes à feu, etc.**, in welchem behauptet wird, daß man in London Dampfmaschinen von einer Pferdekraft, zu deren Betriebe täglich nur ein Scheffel (**boisseau**) Kohlen erforderlich sei, erhalten könne, bis zu Dampfmaschinen von hundert und zwanzig Pferdekräften, zu deren Betriebe in vier und zwanzig Stunden eilf Milliers Steinkohlen gebraucht würden. Diese Maschinen haben durch Woulf Verbesserungen erhalten, vermittelst welcher noch weit mehr Brennmaterial erspart werden kann, wie in den **Annales des arts et manufactures**, Band **XX.** S. **294** und in der **Bibliotheca britannica**, Band **XXVIII. No. 221** und **222**, zu sehen ist.

(F. 17.)

Eine unter dem Namen Drillbohrer sehr bekannte Maschine. **A** ist die Stange, **BB** das Seil, **CC** der Querstab, **D** die Schwungscheibe, **E** die Dille, welches alles zusammen das Gestelle ausmacht; **F** ist das Bohrstück und **G** der Kopf.

Die geradlinige wiederkehrende Bewegung des Querstabes erzeugt im Bohrer eine kreisförmige wiederkehrende. Bei Anwendung desselben findet jedoch der Uebelstand Statt, daß die Schneide des Kopfes sehr bald stumpf wird, was nicht der Fall ist, wenn der Bohr stets nach einerlei Richtung umgedreht wird.

(G. 17.)

AB ist eine Stange, welche in den Scheiben **n** und **m** hin und her gehen kann. Wird der Hebel **DF** um seine in **E** befindliche Achse hin und her gedreht, so wird dadurch vermittelst der Schiene **CD** die Stange **AB** in geradlinige wiederkehrende Bewegung gesetzt. Das Umgekehrte findet ebenfalls Statt. Man bedient sich dieser Anordnung beim Pumpen, von deren großer Menge einige wohl Aufmerksamkeit verdienen, wir aber wollen nur die mit doppeltem Kolben von M. R. W. Franklin erwähnen, deren Beschreibung man im **Bulletin de la Société d'encouragement**, Jahrgang **XV.** August **1816**, findet.

(H. 17.)

Parallelogramm, dessen man sich in den Dampfmaschinen von doppelter Wirkung bedient, um die geradlinige Bewegung der unbiegsamen Dampfkolbenstange in die kreisförmige wiederkehrende des Wagbaumes zu verwandeln. (Das Umgekehrte findet ebenfalls Statt.) Es folgt hier die Beschreibung dieser Vorrichtung, so wie sie Prony in seiner Architectura hydraulica nova, Seite 56 (Uebersetzung von Langsdorf, Band II. §. 1402), gegeben hat:

„Das Parallelogramm abcd hängt an den Punkten a und c des Wagbaumes, die in Bezug auf diesen Wagbaum eine unveränderliche Lage behalten; aber die Seiten dieses Parallelogramms können sich verschieben, weil sie an ihren Enden durch Gewerbe zusammenhängen, d. h. durch Büchsen oder Ringe, durch welche horizontale Achsen gehen (wie man es Seite 116 [Langsdorf §. 1469] sieht, wo der Verfasser die einzelnen Theile dieses Parallelogramms beschreibt). Die Achsen in a und c liegen mit dem Mittelpunkte oder der Umdrehungsachse O des Wagbaumes in einerlei Ebene."

„Es wird ferner der Winkelpunkt d in einer unveränderlichen Entfernung von einem festen Punkte f′ erhalten; dies geschieht mittelst einer eisernen metallenen Stange f′d, die am Ende gleichfalls eine Büchse oder einen Ring hat, durch welche die bei d befindliche Achse durchgeht."

„Dieses vorausgesetzt, stelle man sich nun vor, der Winkelpunkt b werde nach lothrechter Richtung gestoßen oder gezogen, so zerlegt sich die Kraft nach ba und bd; die Punkte a und c beschreiben Bögen, deren Mittelpunkt O ist, und der Punkt d beschreibt einen Bogen, der f′d zum Halbmesser hat. Aber diese krumme Linien, welche von den Punkten a, c, d beschrieben werden, können nicht nach dieser unveränderlichen Vorschrift durchlaufen werden, ohne daß zugleich der Punkt b eine ihm vorgezeichnete unveränderliche Bahn durchlaufe, und man begreift leicht aus dem bloßen Anblick der Zeichnung, daß wenn die Bewegung des Wagbaumes den Punkt nach einer Seite von der lothrechten Richtung abzulenken strebt, zugleich die Umdrehungsbewegung des Punktes d um den Punkt f′ eben den Punkt b nach der entgegengesetzten Seite von der lothrechten Richtung ablenken müsse, und daß diese beiden entgegengesetzten Wirkungen in ihrer Vereinigung den Erfolg haben können, daß der Punkt b eine krumme Linie durchlaufe, die von der geraden ganz unmerklich verschieden ist, und in der Ausübung dafür angenommen werden kann."

In demselben Werke findet man auf Seite 137 und den folgenden (Langsdorf §. 1489. Seite 112) die Theorie des Parallelogrammes so deutlich und so weit ins Einzelne gehend, wie man nur wünschen kann, entwickelt.

(I. 17.)

Dieselbe Aufgabe ist von Betancourt ohne Anwendung des Parallelogrammes (H. 17.) aufgelöst worden. Auf Seite 67 (§. 1417) des vorhin angeführten Werkes sagt Prony über diese Anordnung Folgendes:

„Zwei Stücke von Holz ab, dO drehen sich um Punkte a und O, ihre beiden andern Enden b und d sind durch eine eiserne Stange bc′d mittelst Gewerbe in b und d mit einander verbunden. Die Längen ab und dO von ihren Umdrehungsachsen bis zu den Gewerben sind gleich groß, die Summe ab + dO dieser Längen ist so groß, als die Entfernung des Punktes a von dem O, horizontal gemessen, so daß, wenn ab und dO in ihre horizontale Lage gekommen sind, die durch d und b durchgehende gerade Linie lothrecht ist; und da die Länge der Stange bd zwischen den Umdrehungspunkten der Höhe gleich ist, um die der Punkt O über a liegt, so muß auch bd in eben dem Augenblicke lothrecht werden, wenn ab und dO ihre wagerechte Lage annehmen.“

„Wenn bei dieser Vorrichtung die Punkte b und d keine Bögen von sehr vielen Graden oberhalb und unterhalb der durch a und durch O durchgehenden Horizontallinien beschreiben, so muß der Mittelpunkt c′ von bd eine Linie durchlaufen, die von einer geraden lothrechten nicht merklich abweicht. Wenn nämlich b und d sich wenig von der Horizontallinie entfernen, und dabei die Halbmesser ab und dO gleich groß sind, so steigt und fällt der Punkt b über und unter a sehr genau eben so hoch und tief, als der Punkt d über und unter dem Punkt O, und es können also in diesem Falle von den Punkten b und d beschriebene Bögen als gleich groß angenommen werden. Dies vorausgesetzt, müssen die Punkte b und d beständig in einerlei Entfernung von einer lothrechten Linie abstehen, von der die Punkte O und a selbst gleich weit entfernt sind; ist also c′ in der Mitte von bd angebracht, so muß es sich immerfort in der erwähnten lothrechten Linie befinden. Indem nun diese lothrechte Linie durch die gemeinschaftliche Achse des Dampfcylinders und der Kolbenstange cc′ hindurch geht, so ist nichts weiter mehr nöthig, als am oberen Ende der Kolbenstange c′ eine wagerechte Achse anzubringen, die in einer in der Mitte von bd angebrachten Büchse läuft; und man hat alles, was man verlangte, erreicht.“ Die Theorie desselben findet man in §. 1478 eben dieses Werkes.

(K. 17.)

Es ist dies der Drehbogen, welcher zu bekannt ist, als daß wir uns mit der Erklärung seiner Einrichtung aufhalten sollten.

Wir bemerken nur, daß wenn die geradlinige wiederkehrende Bewegung des Drehbogens der Welle, um die das Seil einmal geschlungen ist, eine kreisförmige wiederkehrende mittheilt, derselbe in dieser auch eine kreisförmige fortgehende hervorbringen kann. Zu diesem Ende

braucht nur die Welle mit einem Schwungrade versehen und der Drehbogen geschickt geführt zu werden, indem man ihn mit der Hand so in Bewegung setzt, daß die Schnur nur nach einer Richtung auf den Cylinder wirkt, was nur wenig Uebung erfordert.

(L. 17.)

Wenn man das Rad A nach einer Richtung dreht, so dreht sich das Rad B zugleich nach der entgegengesetzten Richtung um, und jedes von beiden wirkt auf die zugehörige Zahnstange so, daß die Stange CD eine geradlinige wiederkehrende Bewegung erhält. Diese Bewegung kann daher auch als zu §. 7 gehörig angesehen werden.

(M. 17.)

Dies ist eine besondere Art der vorigen Anordnung, welche in mehreren Fällen mit Nutzen angewandt werden kann.

Wenn man auf einer Welle zwei Zahnräder befestigt, und jedes dieser Räder in zwei auf entgegengesetzten Seiten seiner Durchmesser befindliche Zahnstangen greifen läßt, so theilt die kreisförmige wiederkehrende Bewegung der Welle jeder der Zahnstangen eine geradlinige wiederkehrende Bewegung mit, und die Enden dieser Zahnstangen nähern sich auf eine gleichmäßige Weise der Achse der Welle. Auf diese Art hat man auch Garnwinden angefertigt, und kann eine Trommel bilden, deren Durchmesser, wie der in (C. 7) beschriebene, veränderlich ist, indem man die Anzahl der Räder und die Zahnstangen auf eine angemessene Art vermehrt.

(N. 17.)

Die geradlinige wiederkehrende Bewegung in kreisförmige wiederkehrende zu verwandeln. (Annales des arts. No. 43.) abcd ist eine Schiene, welche sich in Scheiden bewegen läßt, und mit der eine andere Schiene tvdkv′t′ durch das Gewinde r so verbunden ist, daß der veränderliche Winkel, den beide Schienen mit einander einschließen, seine Spitze stets in r hat, also nach Art eines Maaßstabes, den man zusammenschlagen kann, um ihn in die Tasche zu stecken. Auf einer metallenen Platte lnhm, die sich mit der Linie bd parallel bewegt, stehen zwei Stifte p und q so, daß sie in die beiden in der Schiene tvdkv′t′ angebrachten Einschnitte treffen. Man sieht, daß bei dieser Anordnung, sobald das Stück lnhm sich nach e hin bewegt, und zugleich die beiden Schienen von einander entfernt sind, diese sich wegen der Wirkung des Stiftes q auf der Curve t′v′ einander nähern müssen, und darauf, wenn die Bewegung des Stückes lnhm fortdauert, mit fortgeschoben werden. Die umgekehrte Wirkung findet Statt, wenn das letztere Stück nach der entgegengesetzten Seite bewegt wird. Diese Vorrichtung wandte Droz an, um den zu prägenden Schrötling unter das Druckwerk zu schieben, und den so eben geprägten fortzuschaffen.

Die geradlinige wiederkehrende Bewegung der Zange ist in der Nähe der Enden ihres Weges sehr langsam, und in der Mitte beschleunigt, damit sie die aus einem Rumpfe herabfallenden Schrötlinge fassen und ganz ohne Erschütterung unter den Druckbaum legen kann. Diese Bewegung wird ihr durch einen Stift λ mitgetheilt, der an dem gleitenden Stücke lnlm befestigt ist, und in einen am Ende des unteren Armes des Hebels $\delta y \delta$ angebrachten länglichen Schlitz greift. Die Achse der Welle y ist wagerecht, und auf der durch die große Schraube des Druckwerkes gehenden Ebene normal, so daß, wenn man den Hebel hin und her bewegt, der Stift λ und dadurch auch das Stück lnlm vor- oder rückwärts geschoben wird. Das obere Ende des Hebels $\delta y \delta$ muß sich in einem Schlitze in einer metallenen Platte bewegen, welcher nach den in (A. 7) angeführten Gesetzen verzeichnet ist. Die Platte mit dem Schlitze ist auf der Spindel der großen Schraube befestigt, und so angeordnet, daß der Stift λ zurückgeht, wenn die große Schraube niedergeht; und umgekehrt. Hieraus ersieht man, daß das Spiel der Zange mit der Bewegung des Druckwerkes verbunden ist, und wie jenes von dieser erzeugt wird. Ist die kreisförmig wiederkehrende Bewegung der Schraubenspindel gleichförmig, so wird sie vermittelst des Schlitzes, in welchen das obere Ende des aufwärts gerichteten Hebels $\delta y \delta$ greift, in kreisförmige wiederkehrende verwandelt, die am Ende jeder Schwingung sehr langsam, nach der Mitte zu aber beschleunigt ist. Dasselbe findet am unteren Ende δ Statt; aber verändert man dann die Ebene, in der die Bewegung Statt findet, so erhält man hier Schwingungsbogen von der Größe der oberen, wenn man die Drehachse y in der Mitte des Hebels $\delta y \delta$ anbringt, und größere oder kleinere, je nachdem man sie dem oberen Punkte näher bringt, oder von ihm mehr entfernt. Die zuletzt erwähnte kreisförmige wiederkehrende ungleichförmige Bewegung wird in geradlinige wiederkehrende verwandelt, bei welcher die Geschwindigkeiten sich so verändern, wie der Zweck der Maschine es erfordert.

(O. 17.) Tafel X.

ABB ist der Wagbaum einer Dampfmaschine, G seine Drehachse, nm eine eiserne Stange, die sich um eine am Ende A des Wagbaumes angebrachte Achse b, welche die Stange mn in zwei gleiche Theile theilt, frei drehen kann. Die eiserne Stange mn hängt mit ihrem einen Ende n an der Kolbenstange f und mit dem anderen m an der eisernen Stange pq, die sich um die feste Achse q drehen kann.

Als gegeben sehe man an: 1) Die Abmessungen des Wagbaumes ABB; 2) die Lage seiner Drehachse G; 3) den Kreisbogen bca, den das Ende A des Wagbaumes bei jeder Schwingung durchlaufen muß, und dessen Tangente in die Richtung der Kolbenstange f fällt; 4) die Länge der eisernen Stange mn.

Man verlangt zu wissen, welche Länge die Stange pq und welche Lage ihre Drehachse haben müsse, damit die Kolbenstange sich während ihrer Bewegung möglichst wenig von ihrer eigenen Richtung entferne.

Die Lage der drei Punkte m, m′, m″ wird so bestimmt, daß das Ende m der gegebenen Stange nm am Anfang in der Nähe der Mitte, und am Ende einer Schwingung des Wagbaumes in denselben sich befinde, während das andere Ende n genau in der Richtung der Kolbenstange liegt. Beschreibt man durch diese drei Punkte einen Kreis, so wird der Halbmesser desselben der Länge der verlangten Stange gleich sein, und dessen Mittelpunkt die Stelle der Drehachse angeben.

Die krumme Linie, welche vom Ende n der Kolbenstange durchlaufen wird, geht durch die drei Punkte n, n′ und n″ und weicht um so weniger von einer geraden Linie ab, je kleiner der Bogen abc ist, den das Ende des Wagbaumes durchläuft.

Auf eine ähnliche Weise bestimmt man auch in fig. (H. 17) Tafel IX. die Länge der Stange f′d und die Lage der Drehachse f′, und in fig. (I. 17) die Länge der Stange ab und die Lage der Drehachse a.

(P. 17.) Tafel XI.

In (G. 8) haben wir eine Vorrichtung beschrieben, deren man sich gewöhnlich in den Spinnmaschinen (mull-jennys) zum Zwirnen der Baumwolle bedient. In den Wollspinnmaschinen ist die Geschwindigkeit des Wagens während seines ganzen Laufes nicht gleichförmig; indem er anfänglich einen Raum fk von 1½ bis 2 Fuß Länge, was von der Beschaffenheit der Wolle abhängt, mit gleichförmiger Geschwindigkeit durchläuft, während welcher Zeit die Maschine eine gewisse Menge Wolle liefert. Diese von der Maschine gelieferte Wolle muß noch um etwa 4 Fuß ausgezogen und die Drehung in demselben Maße stärker werden, in dem der Faden ausgezogen wird; und da die Drehbewegung der Spulen gleichförmig sein muß, so muß die Geschwindigkeit des Wagens um so langsamer werden, je länger der Faden wird. Das Gesetz, nach welchem die Geschwindigkeit des Wagens abnehmen muß, läßt sich nur aus der Erfahrung finden, und bis jetzt hat man in den Spinnereien gewöhnlich zur Fortbewegung des Wagens nur die Geschicklichkeit der Arbeiter benutzt, indem jene ihn mit der linken Hand nach sich ziehen, während sie mit der rechten Hand das Rad, durch welches die Spulen in Bewegung gesetzt werden, gleichförmig umdrehen. Es gelangen die Arbeiter jedoch nur durch eine lange fortgesetzte Uebung dahin, diese schwierige Aufgabe lösen zu können.

Die Unannehmlichkeiten, welche aus einer so langen Lehrzeit entstehen, würden vermieden und gewiß genug andere Resultate erhalten werden, wenn man folgende Aufgabe allgemein auflösen könnte.

Die in der Vorrichtung (G. 8) Statt findende drehende Bewegung der Rolle **B** sei gleichförmig, man soll eine Vorrichtung angeben, vermittelst deren ihre Achse mit einer nach einem beliebigen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit nach einer geraden Linie fortbewegt werden könne.

Die verlangte allgemeine Auflösung der Aufgabe ist folgende. Anstatt der Scheibe **B**, fig. (G. 8) bringt man eine Schnecke **A**, fig. (P. 17) an, deren Form nach dem Gesetze bestimmt wird, nach welchem die Geschwindigkeit des Wagens Statt finden soll. Eine nach Art einer Schraubenlinie eingeschnittene Rinne fängt von dem einen Ende a dieser Schnecke an, und endigt sich nach irgend einer Anzahl von Umgängen am anderen Ende b derselben. Ist fh der ganze vom Wagen zu durchlaufende Weg, so nimmt man hg gleich der Höhe ac der Schnecke **A**, befestigt eine Schnur in f und eine andere in g, die beide so lang wie fg sein müssen, und nachdem beide nach entgegengesetzten Richtungen um die schraubenförmige Rinne der Schnecke **A** gewickelt worden, befestigt man das andere Ende der ersten Schnur in a und das der zweiten in b. Diese beiden Schnüre müssen sich immer in demselben Punkte der Oberfläche der Schnecke **A** berühren.

Bei dieser Einrichtung findet nun folgendes Statt: 1) Wenn die Schnecke **A** sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit um ihre Achse dreht, so verändert sich die Geschwindigkeit, mit welcher diese fortrückt, zugleich mit dem Halbmesser der Schraubenlinie; 2) wenn sich das eine der beiden Seile abwickelt, so wird von dem andern ein eben so langes Stück aufgewickelt, so daß die Spannung stets dieselbe bleibt; 3) die Schnecke **A** hat kein Bestreben, sich nach der Richtung ihrer Achse ac zu bewegen.

Diese Anordnung ist uns von Barthelemy Sureda, den wir schon bei (O. 7) erwähnt haben, mitgetheilt worden.

Nach den von Sureda mit dem größten Fleiße angestellten Beobachtungen zur Bestimmung des Verhältnisses der Geschwindigkeiten des von den besten Arbeitern bewegten Wagens, hat der Wagen, nachdem er den ersten Theil seines Weges zurückgelegt hatte, noch 4 Fuß 4 Linien, oder 580 Linien zu durchlaufen. Diesen Raum durchlief er, während das Rad, welches die Spulen mit gleichförmiger Geschwindigkeit umdreht, zehn Umgänge machte, und die während jeder Umdrehung des Rades durchlaufenen Räume sind:

Während	der	1sten	Umdrehung	des	Rades	112	Linien
„	„	2ten	„	„	„	88	„
„	„	3ten	„	„	„	74	„
„	„	4ten	„	„	„	62	„
„	„	5ten	„	„	„	53	„
„	„	6ten	„	„	„	46	„
„	„	7ten	„	„	„	41	„
„	„	8ten	„	„	„	38	„
„	„	9ten	„	„	„	36	„
„	„	10ten	„	„	„	30	„
					Summa	580	Linien.

Den ersten Theil seines Weges von ein und einem halben Fuß Länge durchlief der Wagen, während das Rad zweimal umging, mit gleichförmiger Geschwindigkeit.

Man sieht, daß diese Resultate, ungeachtet aller Sorgfalt und alles Scharfsinnes des Beobachters, einige Irrungen enthalten können, und wir glauben uns nicht weit von den muthmaßlichen Grenzen dieser Irrungen zu entfernen, wenn wir anstatt der Resultate von Sureda's Beobachtungen folgende aufstellen:

Während	des	1sten	Umganges	des	Rades	106	Linien
„	„	2ten	„	„	„	90	„
„	„	3ten	„	„	„	76	„
„	„	4ten	„	„	„	64	„
„	„	5ten	„	„	„	54	„
„	„	6ten	„	„	„	46	„
„	„	7ten	„	„	„	40	„
„	„	8ten	„	„	„	36	„
„	„	9ten	„	„	„	34	„
„	„	10ten	„	„	„	34	„
					Summa	580	Linien.

In diesem Falle sind die zweiten Unterschiede einander gleich, und zwar = 2.

Man theile (fig. N.) die Linie ca in neun gleiche Theile, ziehe auf dieser normal die Linien y^{IX}, y^{VIII} . . . . . . y^{I}, y^{o}, bestimme deren Länge nach den in der letzten Reihe angegebenen Zahlen, und denke sich, daß durch den Endpunkt die krumme Linie bhnm gehe. Bezeichnet

man nun die Ordinaten dieser Curve mit y, ihre Abscissen, von ihrem Scheitel h gerechnet, mit x, die Abstände cc = c′c″ = etc., der Linien y^{IX}, y^{VIII} . . . . . y^{o} von einander mit p, und die Entfernung hr des Scheitels der Curve von der Linie ac mit a, so erhält man die sehr bekannte Gleichung $y^2 = p^2 (x - a)$, welche, wenn man p = cc′ = c′c″ = etc., und $a = y' - \frac{1}{4} = 34 - \frac{1}{4} = 33, 75$ setzt, mit allen Beobachtungen übereinstimmt; wovon man sich überzeugen kann, wenn man für x seine Werthe y′ — a, y″ — a, etc., setzt, denn dann erhält man nach einander $y = \frac{p}{2}$; $y = \frac{3}{2}$ p, etc., etc.

Bei der Ausübung kann man eine solche Anordnung treffen, daß die Schnecke überhaupt zwölf Umgänge macht, und zwar die beiden ersten, während der Wagen den ersten Theil seines Weges zurücklegt, und die zehn übrigen, während er den zweiten Theil seines Weges durchläuft; die rectificirte Länge der Rinne muß = fg sein.

Nimmt man an, daß die Linie ac (fig. N.) der Höhe der Schnecke A gleich und daß der Exponent δ das Verhältniß des Durchmessers zum Umfange sei, so muß man alle Glieder der letzten Reihe 106, 90, 76 etc. durch $\frac{\delta}{2}$ multipliciren, und dann die Curve bhnm auf die oben angegebene Art verzeichnen. Diese Curve ist dann die erzeugende für die Oberfläche der Schnecke.

Die Schnecke A besteht daher aus zwei Theilen, von denen einer aru ein Konoid ist, wodurch der Gang des Wagens im zweiten Zeitabschnitte gehörig geordnet wird; das andere brut aber ein Cylinder, vermittelst dessen der Wagen anfänglich mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortgeführt wird.

Die Schnecke A steht entweder mit der Handkurbel in Verbindung, oder nicht, was durch die schon früher angegebenen Mittel erhalten werden kann. Daher kann man den Wagen wieder zurücktreiben, ohne daß die Kurbel nach der entgegengesetzten Richtung umgedreht werden müßte.

§. 18.

Die geradlinige wiederkehrende Bewegung mit gleichförmiger oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit soll in eine wiederkehrende Bewegung nach einer gegebenen krummen Linie verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder gleichförmig

oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist; die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

Man verwandelt sie zuerst nach §. 17 in kreisförmige wiederkehrende, und diese darauf nach §. 10 in wiederkehrende Bewegung nach einer gegebenen krummen Linie.

§. 19.

Die kreisförmige wiederkehrende Bewegung mit gleichförmiger oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit soll in eine kreisförmige wiederkehrende Bewegung verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder gleichförmig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist; die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

(A. 19.)

Durch alle in §. 8 und einen Theil der in §. 9 enthaltenen Anordnungen läßt sich die Aufgabe auflösen.

(B. 19.) Tafel IX.

Camus beschreibt (**Recueil des machines approuvées par l'Académie**, Band **II. No. 136** und **137**) Maschinen von seiner Erfindung, vermittelst welcher mehrere Siebe zugleich in Bewegung gesetzt werden können.

Die in der Figur dargestellte Maschine besteht aus einem großen Tische **ABCD**, auf dem sich ein Bret **EF** befindet, welches von zwei eisernen Zapfen **n** und **m**, deren Pfannen in zwei ebenfalls eisernen am Tische befestigten Stützen liegen, getragen wird. An der Verlängerung eines dieser Zapfen **n** und **m**, oder an einer auf der Platte nach der Richtung derselben befestigten Stange **s** ist das Pendel angebracht, und auf das Bret werden die Siebe gestellt.

Die bewegende Kraft setzt das Pendel in schwingende Bewegung, und theilt daher auch dem Brete **EF** eine wiederkehrende kreisförmige Bewegung mit; seine Ränder schlagen bei jeder Schwingung gegen den Tisch **BC**, und machen dadurch die Stöße nach, welche die Arbeiter den Sieben geben.

(C. 19.)

Die in a an der Feder B befestigte Schnur abc geht um die Walze A, und ist an dem Ende c des Trittbretes D angemacht. Die kreisförmige wiederkehrende Bewegung des Trittbretes theilt der Walze A eine eben solche mit.

(D. 19.)

Die kreisförmige wiederkehrende Bewegung des Trittbretes D erzeugt in dem Schwungrade M eine kreisförmige fortgehende und zugleich in der Walze A eine kreisförmige wiederkehrende Bewegung.

(E. 19.)

Zange der Maschine zum Abschneiden (der Grundpfähle unter Wasser).

Diese Stange besteht aus zwei eisernen Stücken abcd und efgh, welche sich um die durch i gehende Achse drehen; die Enden ab und ef dieser beiden Stücke sind nach Halbkreisen gebildet, deren innere Seite, damit sie besser in den abzuschneidenden Pfahl fassen, mit Zähnen oder Stacheln versehen ist; und ihr Ganzes bildet das Maul der Zange. Die anderen Enden bcd und fgh der gedachten eisernen Stücke werden von zwei Kreisbögen dc und gh, deren ersterer auf seiner erhabenen, der andere aber auf seiner hohlen Seite mit Zähnen versehen ist, gebildet, und in der Mitte des zwischen den beiden Kreisbögen dc und gh entstandenen Raumes befindet sich eine auf der Ebene der Zange normale Welle C. An dieser sitzen zwei Getriebe n und m, von denen das erste in die Zähne des Bogens dc und das zweite in die Zähne des Bogens gh greift.

Durch kreisförmige wiederkehrende Bewegung der Welle C wird das Maul der Zange nach Belieben geöffnet oder geschlossen.

(F. 19.) Tafel X.

Normal auf einem langen Balken oder einer langen Bohle AB ist in deren Mitte eine Drehachse angebracht, deren Lager sich im oberen Ende des Ständers CD befindet. Die kreisförmige wiederkehrende Bewegung, welche dem einen Ende der Stange AB durch eine Person mitgetheilt wird, die in diesem Punkte sitzt, und sich abwechselnd bald dadurch, daß sie mit ihren Füßen gegen den Boden stößt, zu erheben strebt, bald durch ihr eigenes Gewicht wieder sinkt, wird einer am anderen Ende sitzenden Person mitgetheilt, welche dann die Schwingungen

des Balkens auf dieselbe Weise zu vergrößern strebt. Dies ist die gewöhnliche **Wippe** oder **Schaukel**.

§. 20.

Die kreisförmige wiederkehrende Bewegung mit gleichförmiger oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit soll in eine wiederkehrende Bewegung nach einer krummen Linie verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder gleichförmig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist; die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

(A. 20.)

Durch alle in §. 10 enthaltene Anordnungen läßt sich diese Aufgabe auflösen.

(B. 20.)

Drehbank, um ohne Spindel alle Arten von Schrauben zu schneiden, angegeben von Grandjean, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften. (Machines approuvées par l'Académie, Band V. Jahrgang 1729. No. 336.)

„Diese Drehbank besteht wie die gewöhnlichen aus einem Tische AB und zwei Docken P und Q; in diesen Docken befinden sich anstatt der Drehspitzen zwei Oeffnungen S und T, durch welche der an beiden Enden zugespitzte Baum geht. An diesem Baume befindet sich das zu drehende Stück R und die Scheibe G, um welche die Schnur GO geht, die an dem Tritte O befestigt ist. An der Docke Q ist ein eiserner Hälter I befestigt, in dem in I die Drehachse eines eisernen Winkelhebels HIK liegt, dessen einer Arm gegen die Spitze H des Baumes drückt, wodurch dieser ein Bestreben erhält, von H nach F fortzurücken. Die Spitze F drückt gegen ein um die Achse der Welle D bewegliches Stück E, und auf dem vierkantigen Ende der Welle D sitzt ein Arm DC, in dessen ausgeschlitztem Theile eine Büchse N hin und her geschoben werden kann, an welcher die nach dem Tritte O gehende Schnur NO befestigt ist."

„Wenn man dann mit dem Fuße den Tritt niederdrückt, so wird nicht allein der Baum FH umgedreht, sondern auch zugleich der Arm DC nach unten zu getrieben. Dies kann aber nicht geschehen, ohne daß zugleich der Baum von F nach H zu rückt, und zwar um eine Länge, welche sich stets umgekehrt wie DN, der Abstand der Büchse N von der Drehachse D verhält.

Da die Büchse N beweglich ist, so kann man sie immer in der erforderlichen Stelle anbringen, mithin bewirken, daß der Baum während einer Umdrehung um eine gegebene Länge fortrückt, und daß mithin, wenn man den Drehstahl in R ansetzt, dieser einen Schraubengang von beliebig gegebener Höhe ausschneidet."

„Wenn man eine Schraube schneiden wollte, in welcher die Höhen der Gänge immer kleiner würden, so könnte man dies durch diese Maschine leicht bewirken. Hierzu braucht man nur anstatt des Armes DC ein anderes Stück DNC (fig. 2) anzubringen, dessen Stirnseite NVC, in der einen Rinne, in welcher die Schnur liegt, sich befindet, nach einer krummen Linie gebildet ist, deren Krümmungshalbmesser in dem Verhältnisse zunehmen, in welchem die Höhen der Schraubengänge abnehmen sollen. Dann thut nach und nach jeder Punkt C, V, N der Curve dasselbe, was die Veränderung der Länge von DN (fig. 1) thun würde, so daß der Baum mit ungleichförmiger Geschwindigkeit nach H zu geschoben wird, und die Höhen der Schraubengänge, wie verlangt war, im umgekehrten Verhältnisse der Krümmungshalbmesser DC, DV, DN abnehmen.

(C. 20.)

In den Mémoires de l'Académie vom Jahre 1734 befindet sich ein Aufsatz von Clairault, in welchem mehrere Aufgaben aufgelöst sind.

Der Gegenstand der einen derselben ist die Auffindung der krummen Linien MON, um welche das Winkelmaß MCN geschoben werden muß, wenn dessen Winkelspitze C stets in einer gegebenen krummen Linie EC bleiben soll.

Man kann die im Winkelmaße für diese Aufgabe erforderliche Bewegung durch eine kreisförmige wiederkehrende erzeugen, und dadurch also auch eine wiederkehrende nach der gegebenen krummen Linie EC.

(D. 20.)

AA sind zwei in die wagerechte Bohle B eingezapfte Ständer, deren obere Enden durch den Holm CC zusammengehalten werden; und diese vier Stücke bilden zusammen einen Rahmen, der durch die Streber D und E in lothrechter Stellung erhalten wird.

G ist eine Welle mit einem Zahnrade H, und I ein in dies Zahnrad greifendes Getriebe, an dessen Welle sich eine Kurbel, an der die bewegende Kraft angebracht ist, befindet.

abcd ist ein Gatter, welches zwischen den beiden Ständern AA auf und nieder geht; zwei Seile e und e sind an dem obern Riegel dieses Gatters befestigt, laufen dann über zwei Hand-

rollen am Holme **C** und sind darauf um die Welle **G** geschlungen; ein anderes Seil **f** geht von der Mitte des untern Riegels des Gatters über eine an der Bohle **B** befestigte Rolle, und ist dann nach einer Richtung um die Welle geschlungen, welche der der beiden vorher erwähnten Seile entgegengesetzt ist.

Im Gatter **abcd** steht eine eiserne Spindel **gh** mit ihrem Ende **g** in einer eisernen Pfanne, die in der Mitte der obern Seite des untern Riegels liegt. Von da aus geht sie durch eine in der Mitte des obern Riegels angebrachte Oeffnung, und endigt sich in **h** mit einem Bohrer oder einem andern beliebigen Schneidestahle. An der eisernen Spindel **gh** ist mitten zwischen beiden Riegeln eine Scheibe **m** angebracht.

Ein am Holme **C** in **n** befestigtes Seil **nopq** geht um die Rolle **o**, die sich ungefähr in der Mitte eines der Stäbe des Gatters befindet, von da aus einmal um die Scheibe **m**, und endlich über eine Rolle **p**, die in der Höhe der Rolle **o** am andern Gatterstabe angebracht ist, bis nach **q**, wo an demselben ein Gewicht **N** hängt, durch welches dasselbe stets einerlei Spannung erhält.

Wenn nun die bewegende Kraft eine kreisförmige wiederkehrende Bewegung hervorbringt, so wird diese durch das schon bei (**B. 17**) angeführte Mittel in geradlinige wiederkehrende verwandelt. Die eiserne Spindel **gh** nimmt an dieser geradlinigen wiederkehrenden Bewegung des Gatters **abcd** Theil, und erhält zugleich durch die beständige Spannung des Seiles **nopq** eine kreisförmige wiederkehrende Bewegung. Durch die Verbindung dieser beiden Arten von Bewegung muß der Schneidestahl, wie bei der Vorrichtung (**K. 10**), eine Schraubenlinie durchlaufen.

In der königlichen Gewehrfabrik zu Versailles bedient man sich dieser Vorrichtung zum Ziehen der Läufe.

§. 21.

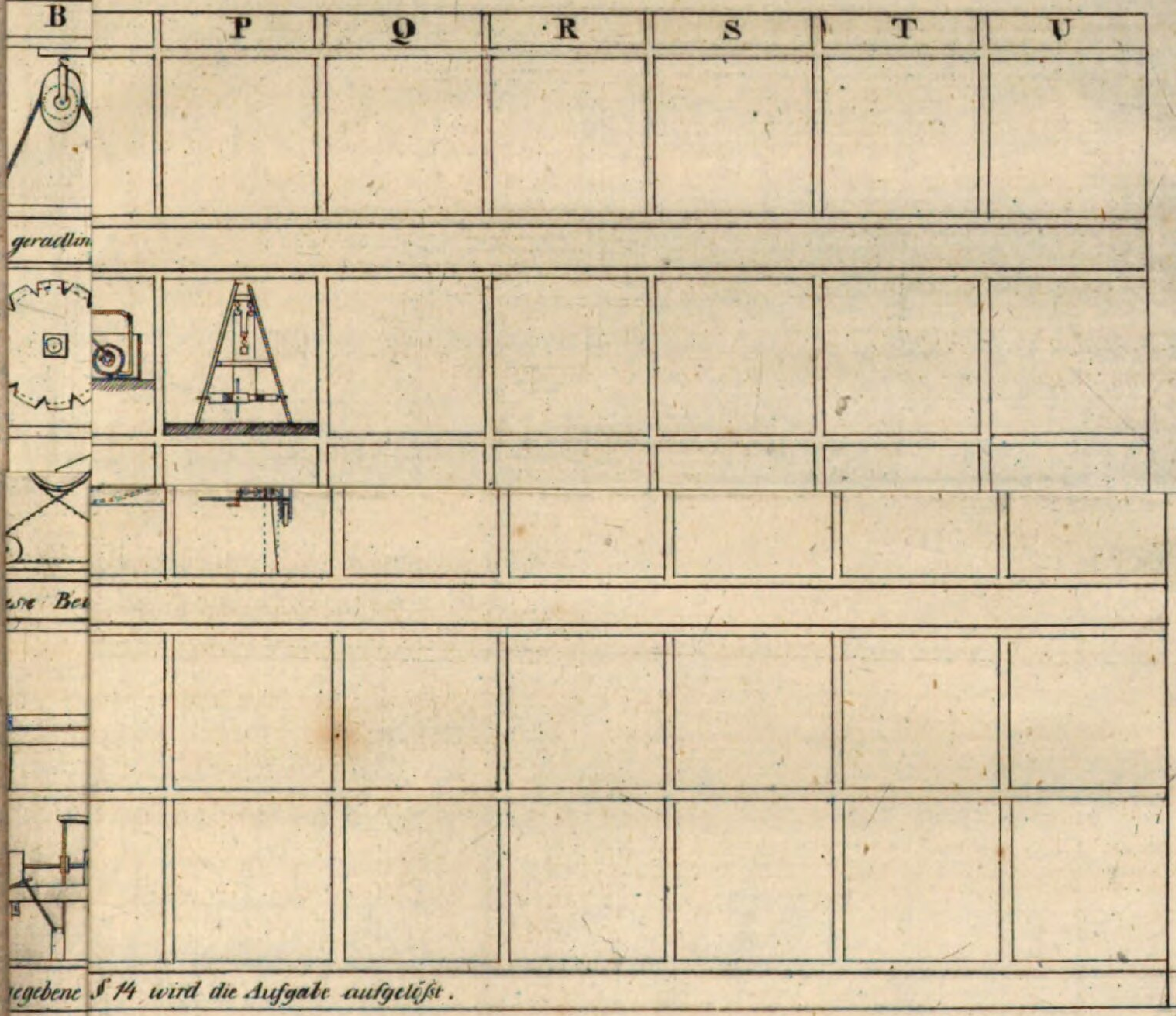
Die wiederkehrende Bewegung nach einer gegebenen krummen Linie mit gleichförmiger oder mit einer nach einem gegebenen Gesetze veränderlichen Geschwindigkeit soll in eine wiederkehrende Bewegung nach einer andern gegebenen krummen Linie verwandelt werden, bei welcher eine Geschwindigkeit Statt findet, die, wie die vorige, entweder gleichförmig oder nach einem gegebenen Gesetze veränderlich ist; die Richtungen beider Bewegungen mögen in eine oder in verschiedene Ebenen fallen.

Bayerische Staatsbibliothek München

Man verwandelt die gegebene wiederkehrende Bewegung durch die in §. 10 angegebenen Mittel in kreisförmige fortgehende, und diese nach demselben §. in wiederkehrende nach einer andern gegebenen krummen Linie.

Die Anordnungen, durch welche die Aufgabe §. 14 aufgelöst werden kann, lassen sich auch zur Auflösung der hier in Rede stehenden Aufgabe gebrauchen.

Bayerische Staatsbibliothek München



schwind

eit von er in verschiedenen Ebenen liegen.

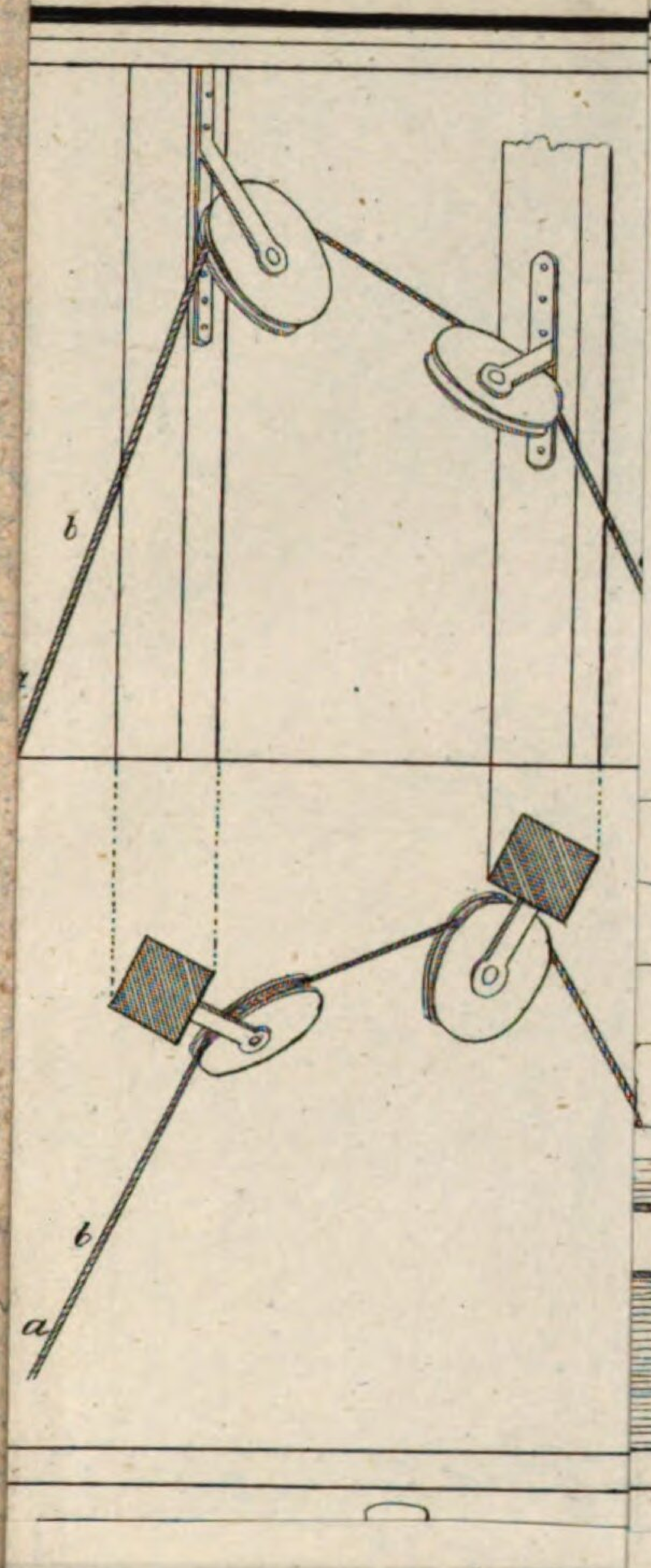


Fig H 1

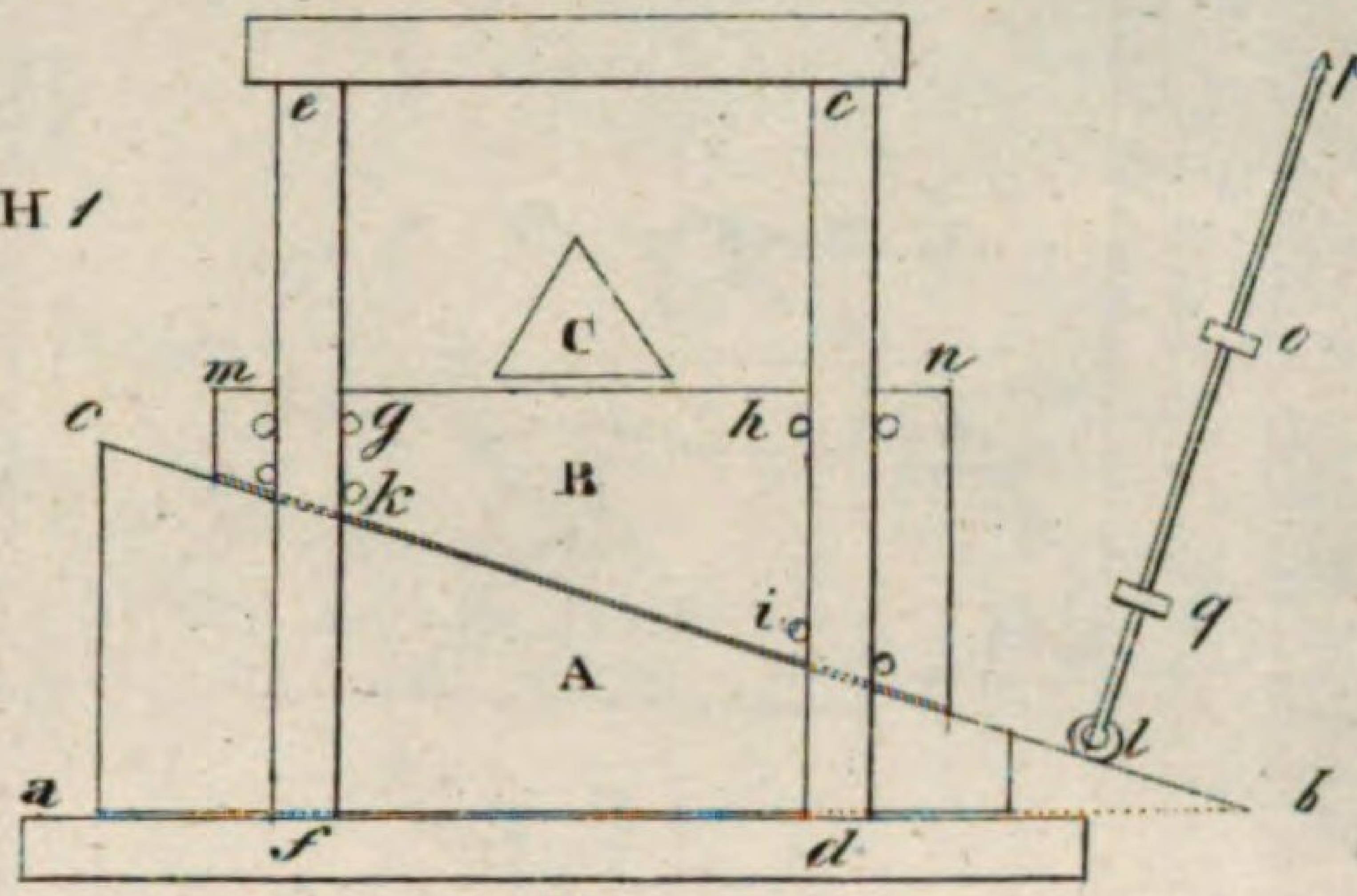
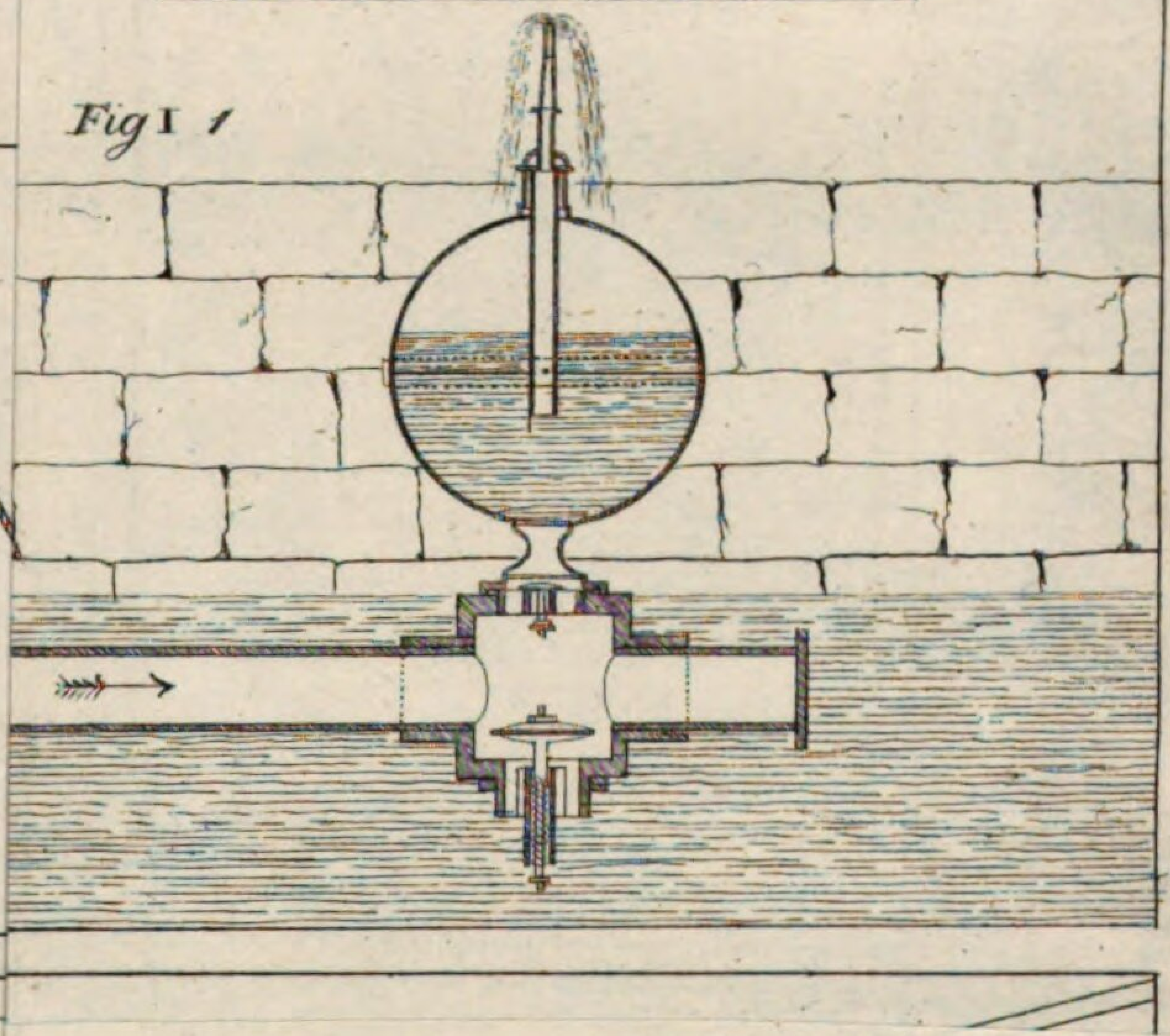
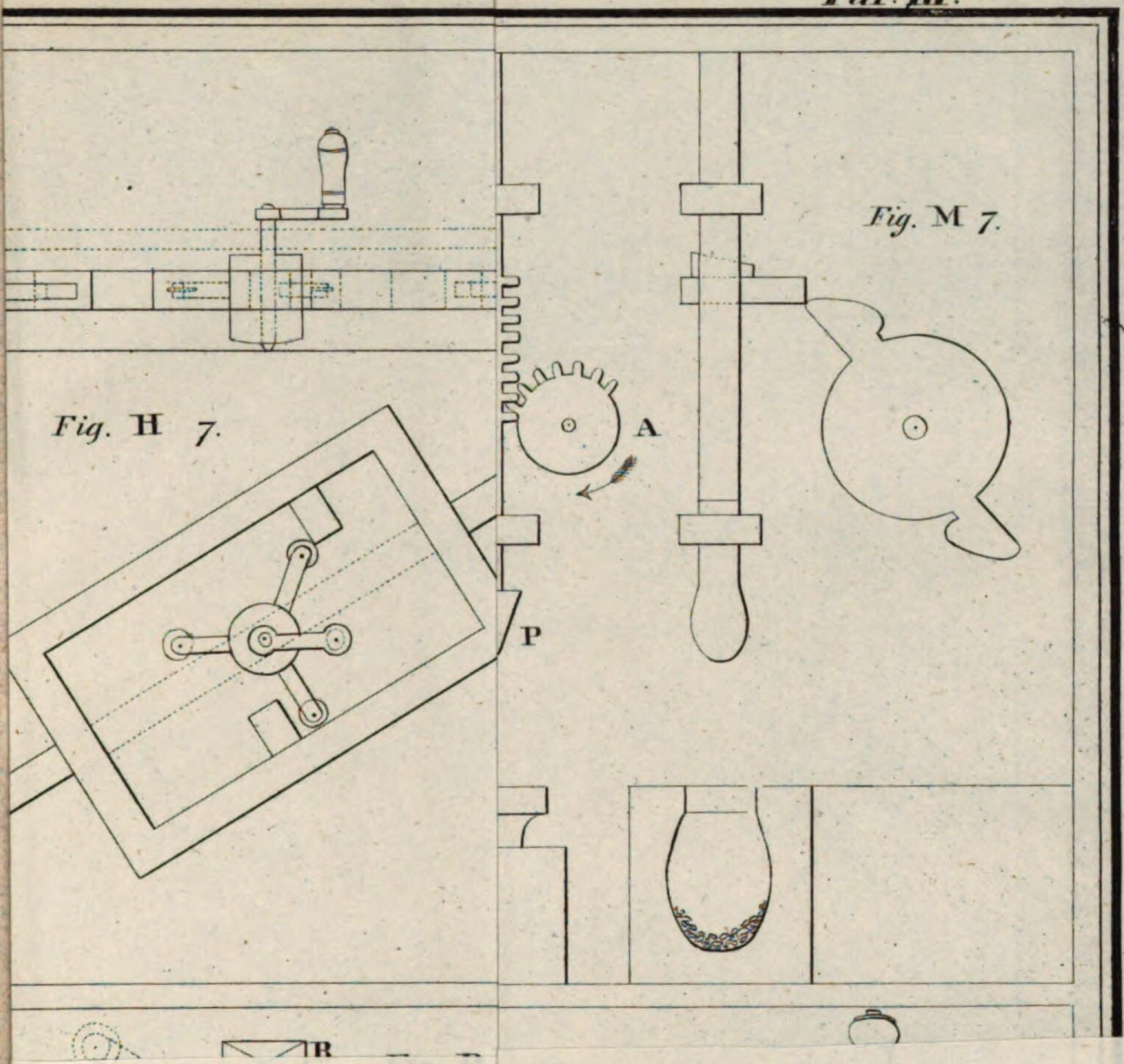
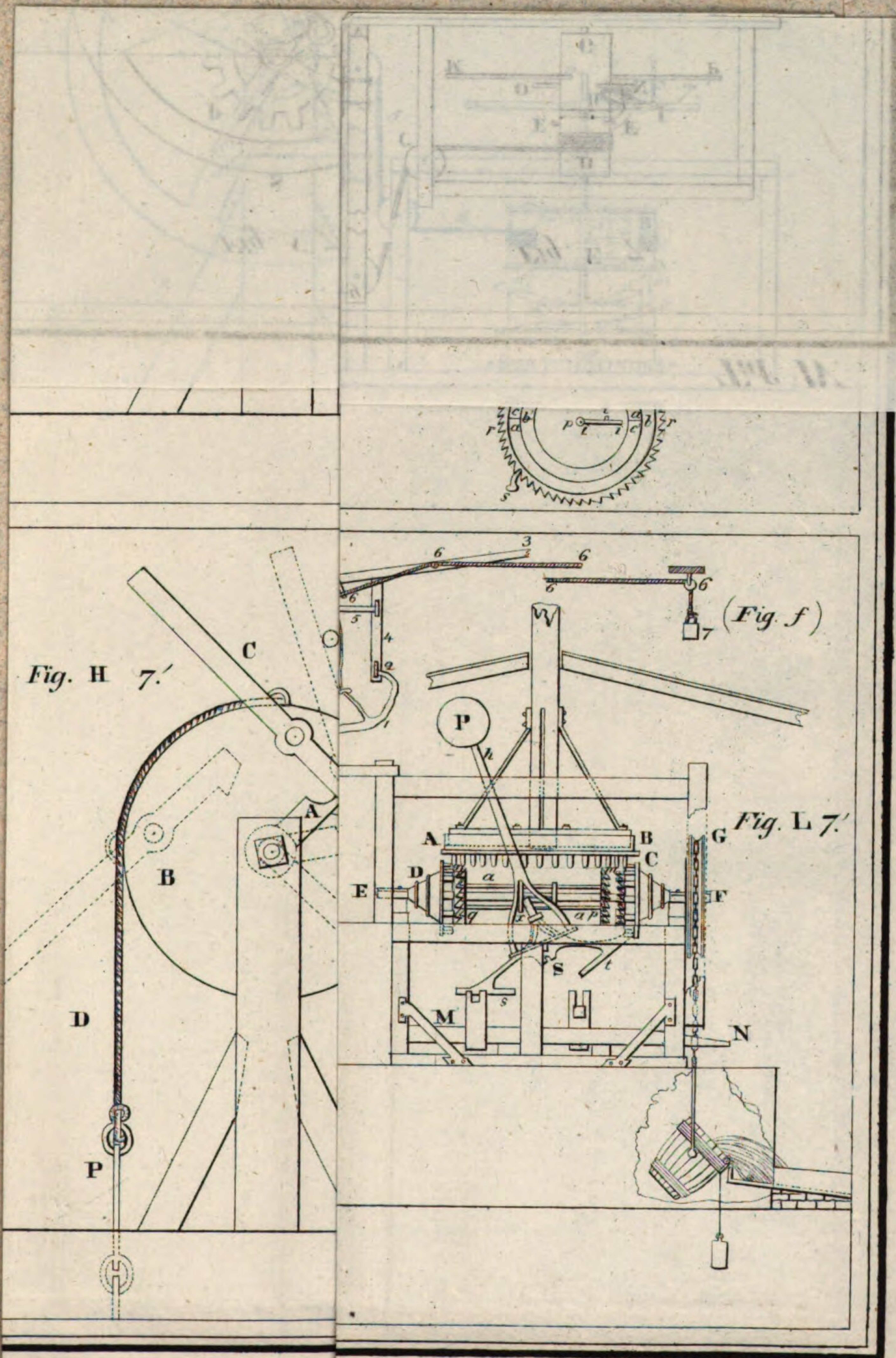


Fig I 1

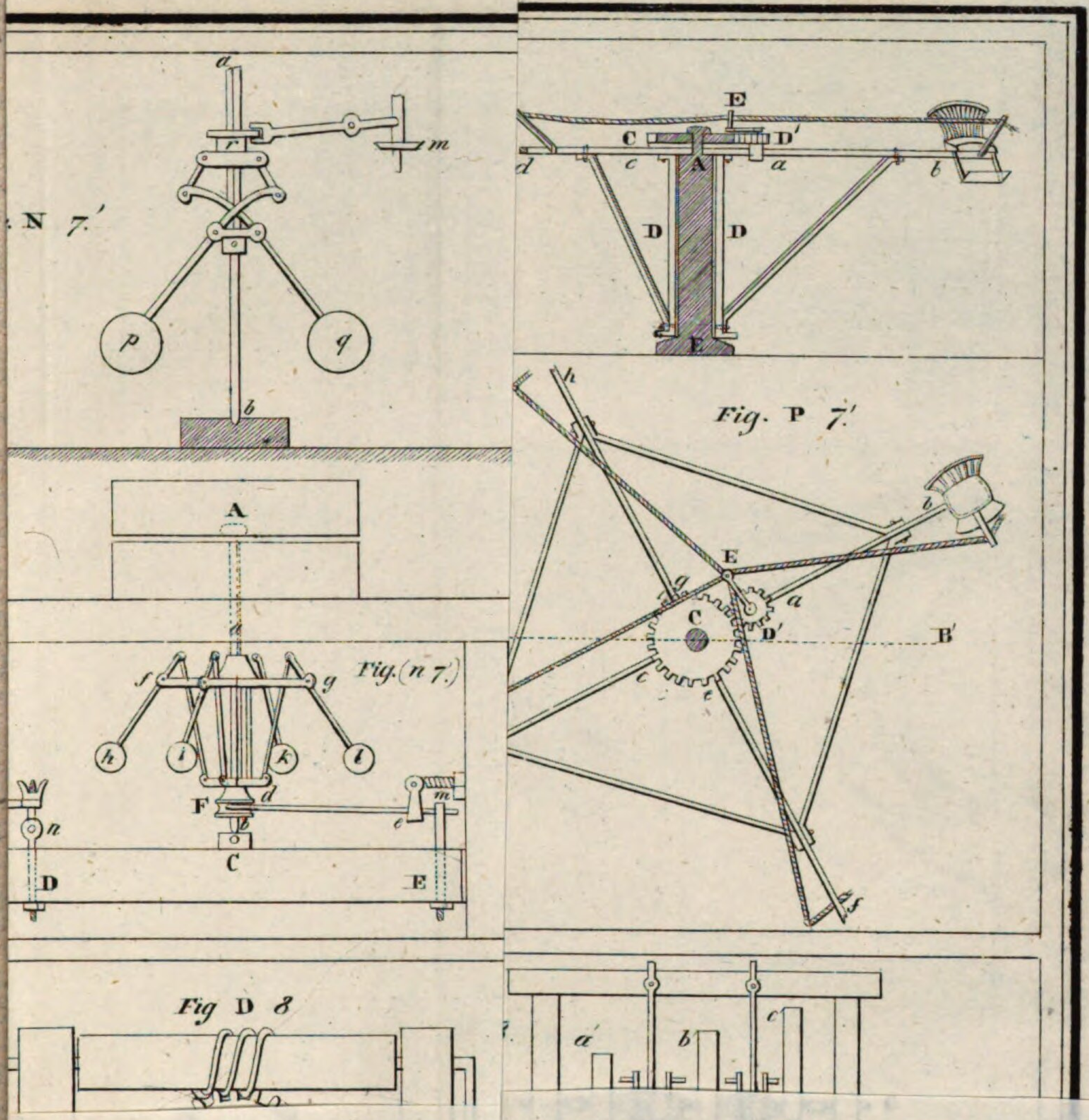


Taf. III.

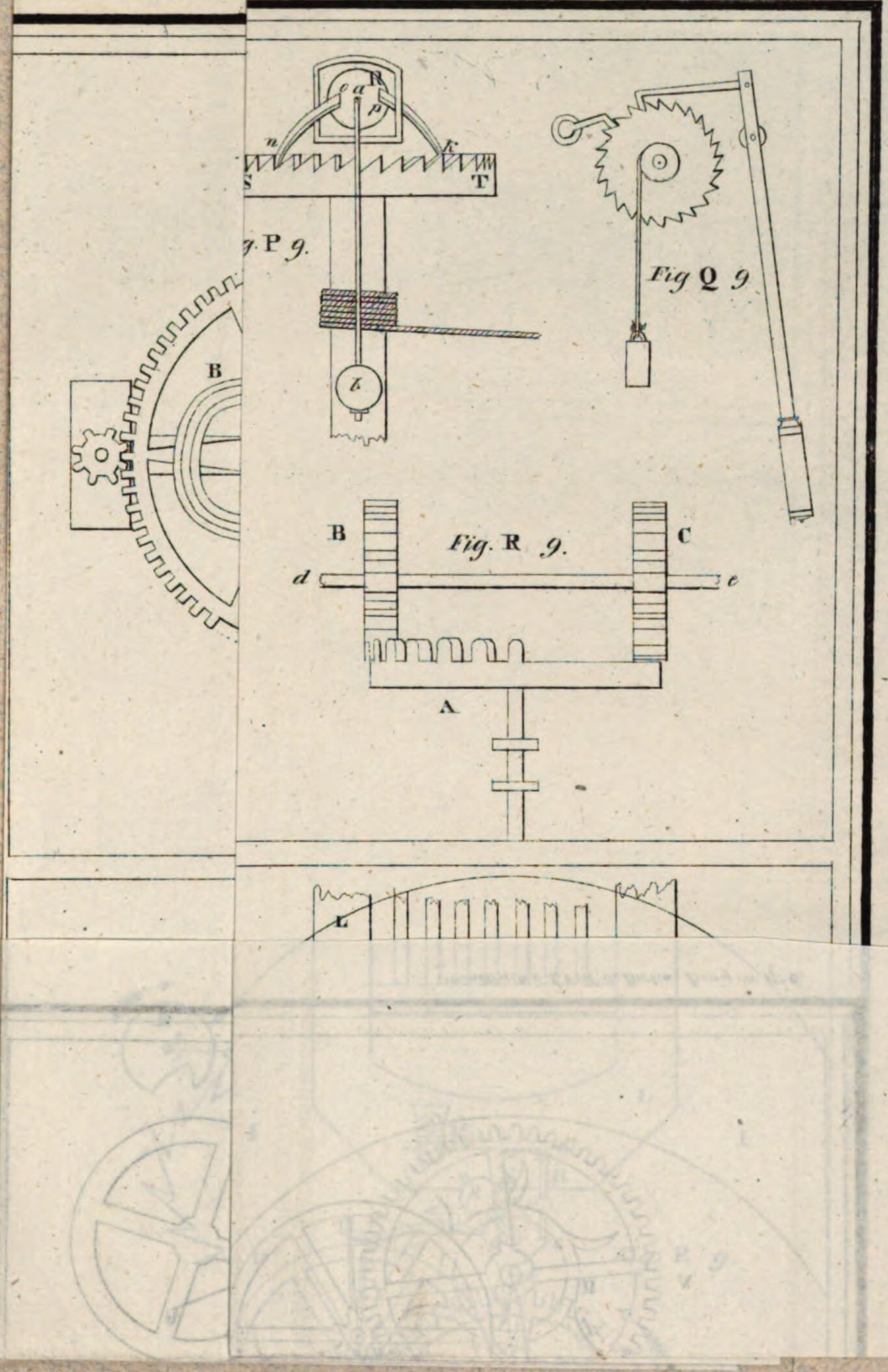


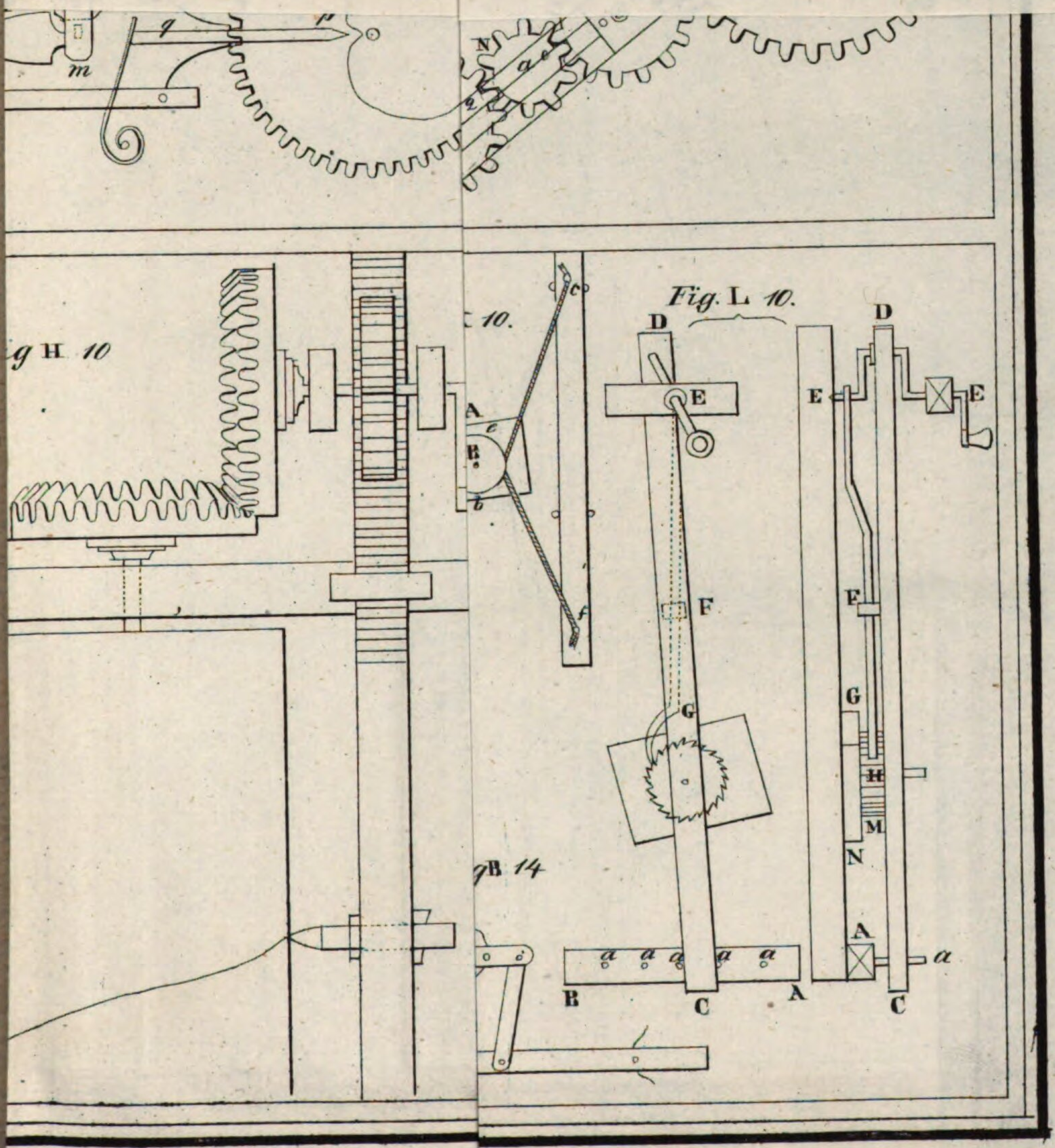


Steindruck von L. Veit in Berlin Burg Strasse No 6.


N 7.'
Fig. P 7.'
Fig. (n 7.)
Fig D 8

Taf. VII.





Steindruck v. L Veit, Burg Str No 6. in Berlin.

Taf. IX.

Fig. D 17.

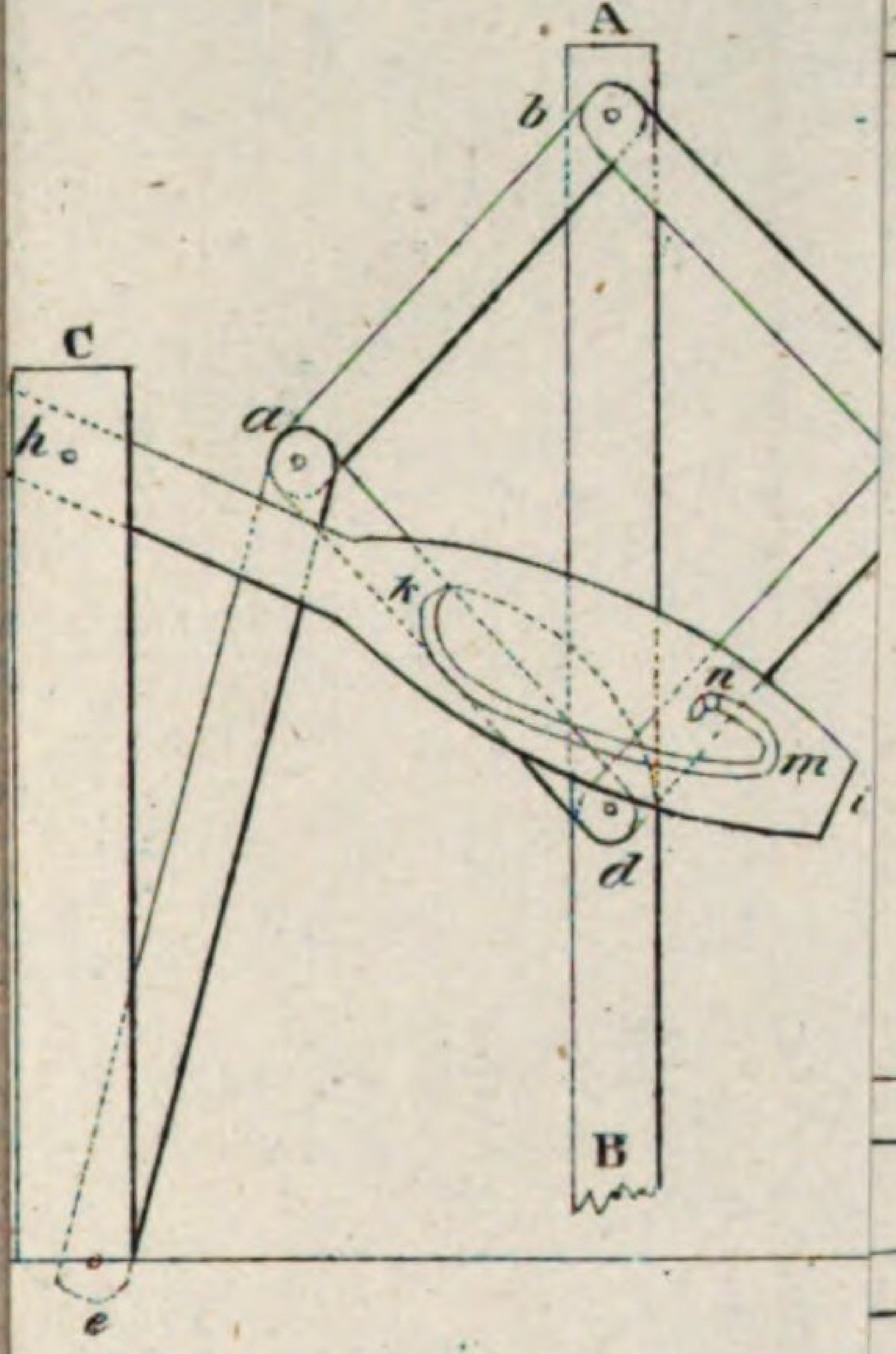


Fig H 17.

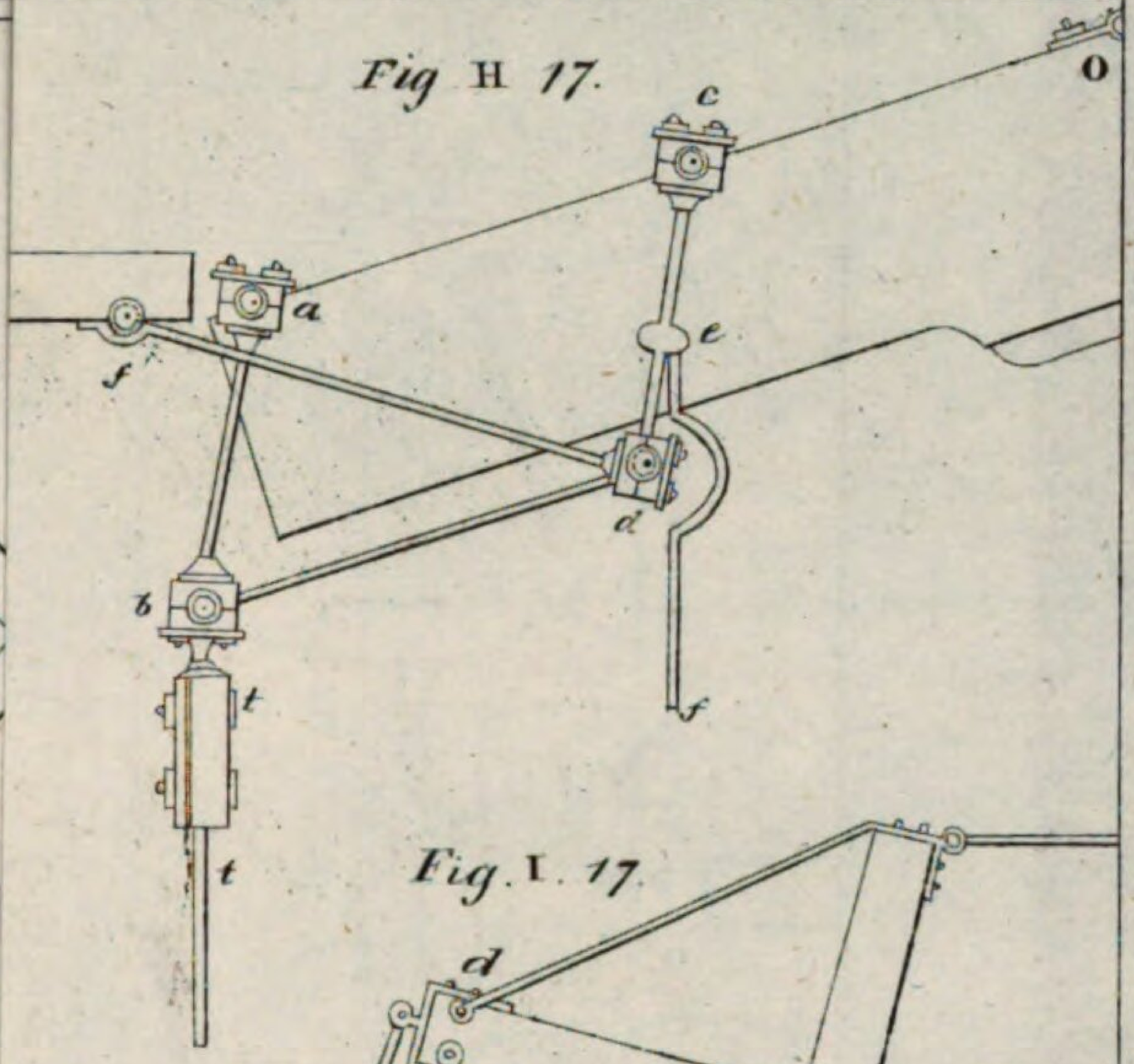
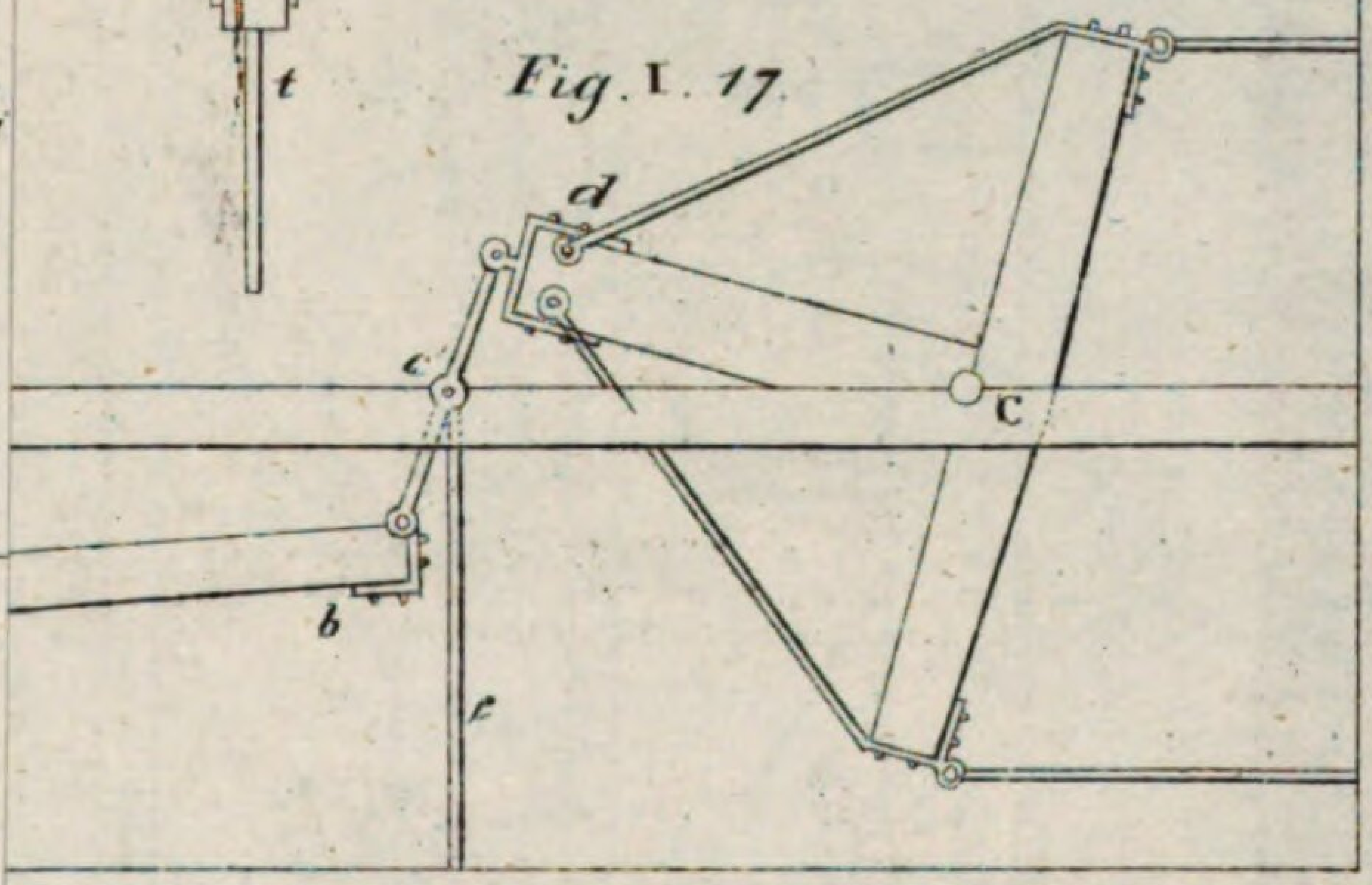


Fig. I. 17.



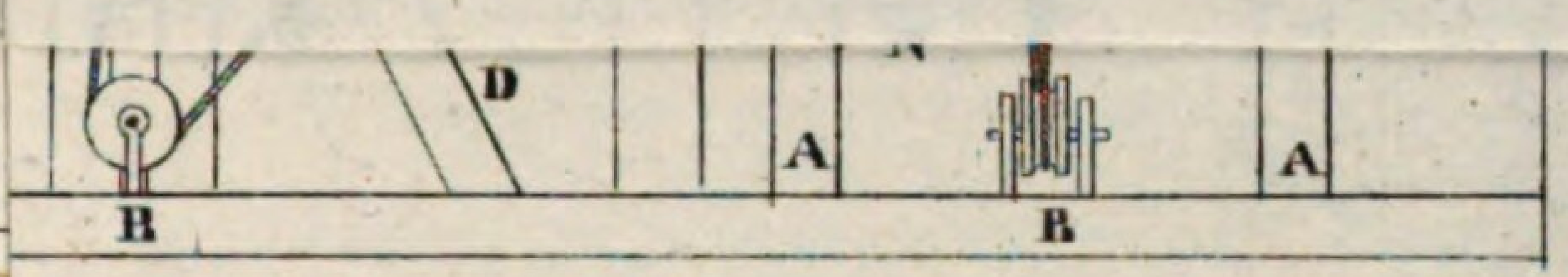


Fig. O 17.

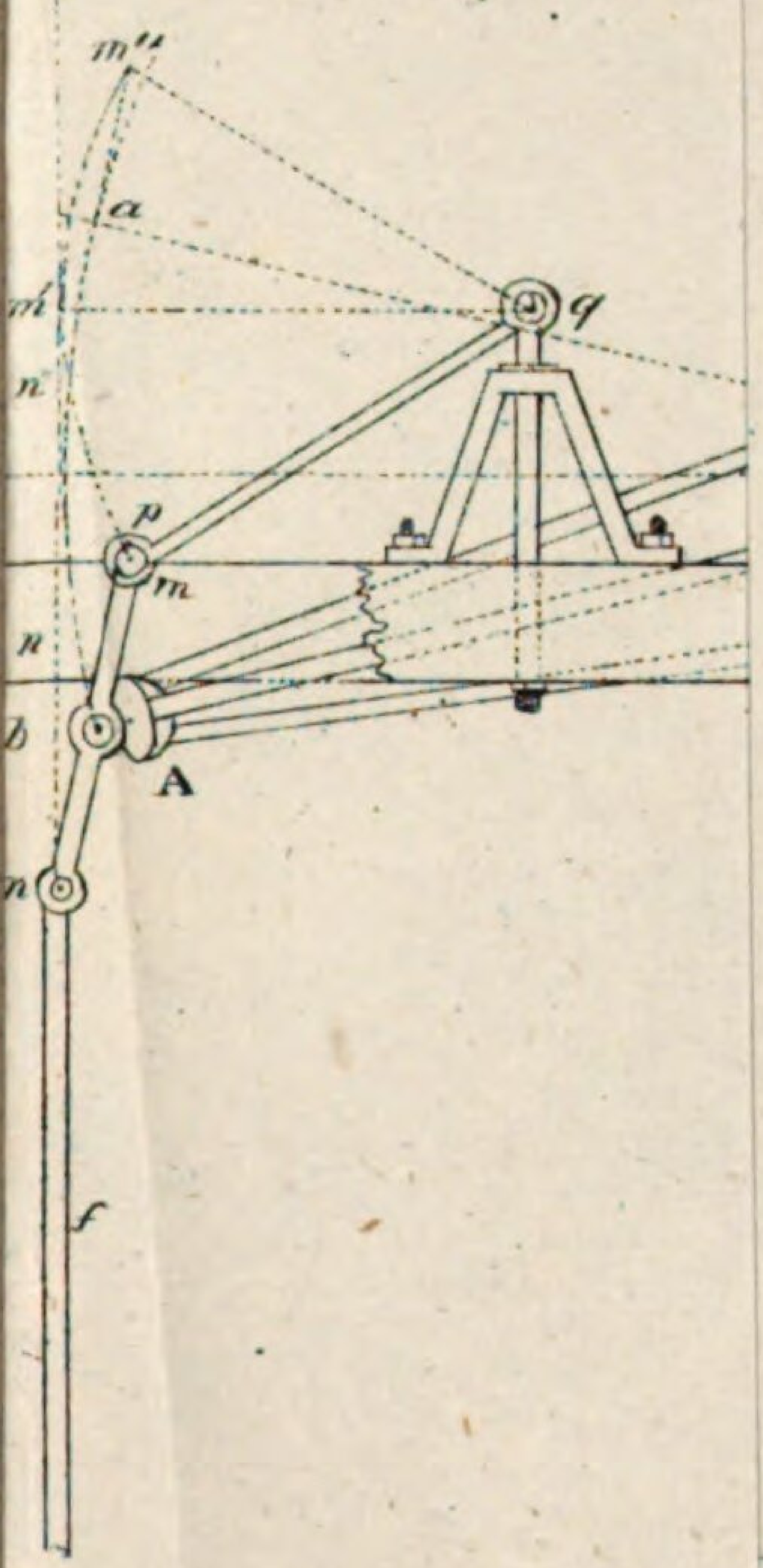
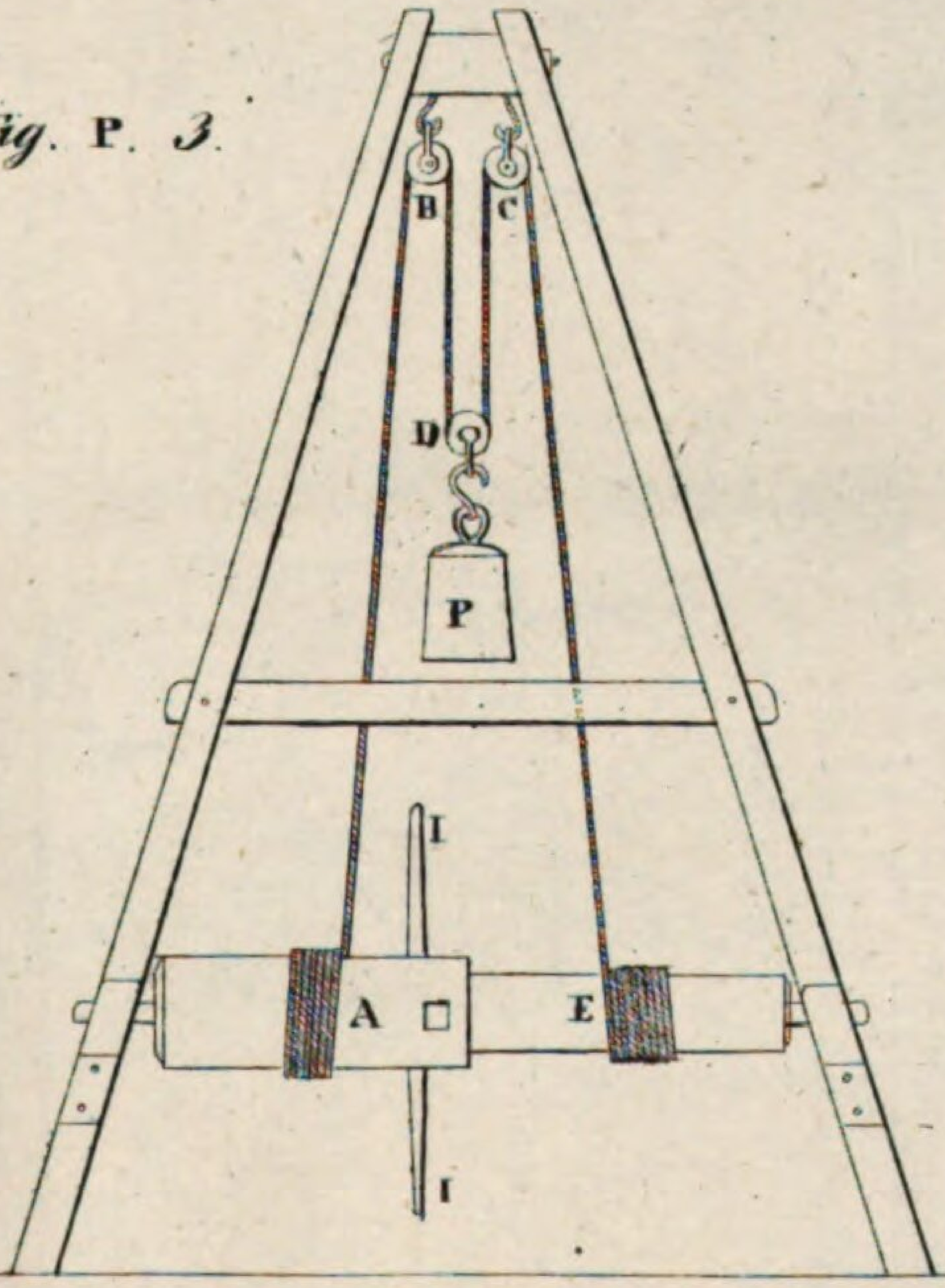


Fig. P. 3.



L. Veit lith.

Taf. XII.

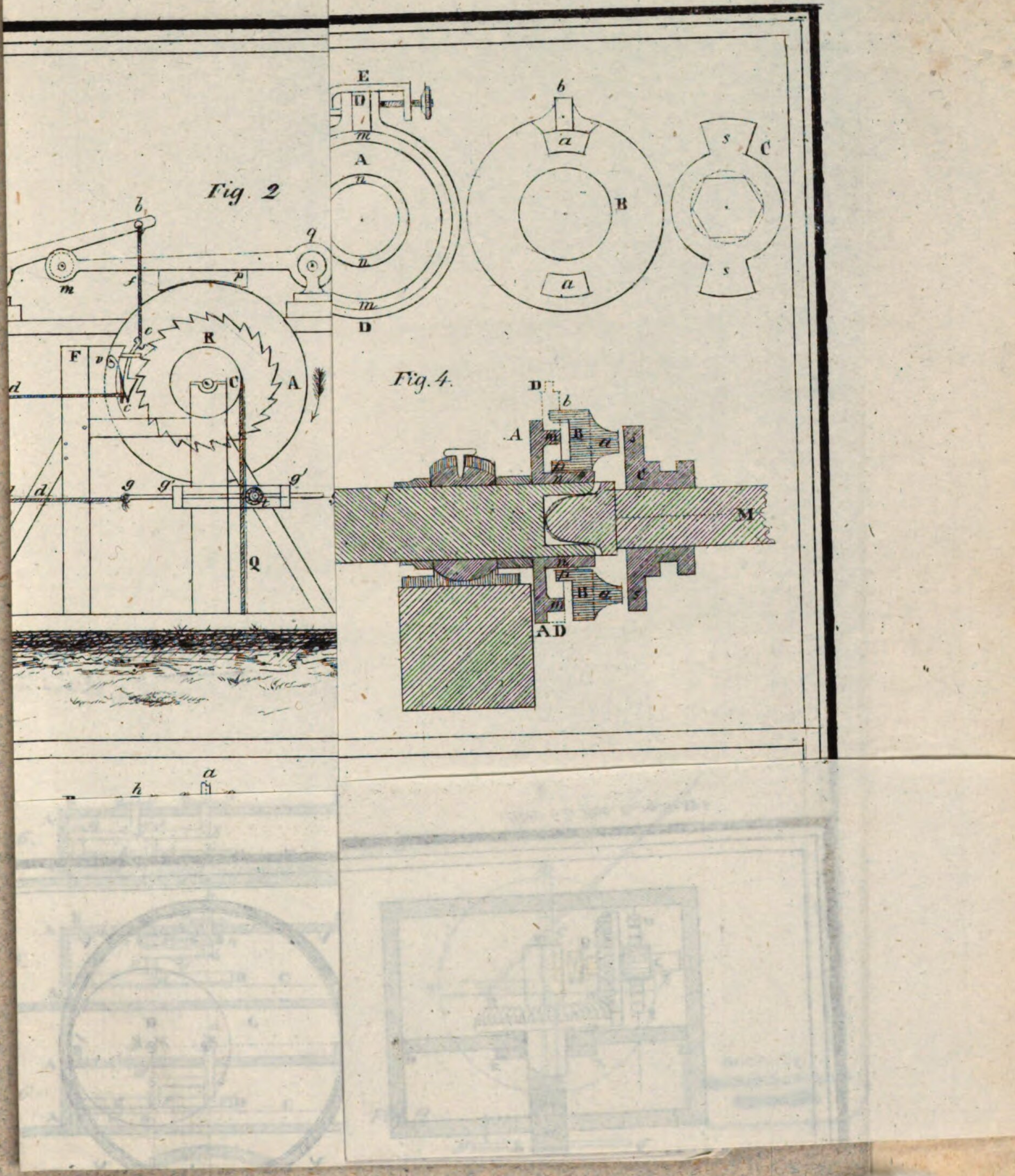


Fig. 2
Fig. 4
E
D
m
A
n
n
m
D
b
a
B
a
s
C
s
b
m
f
q
p
e
R
F
v
d
c
C
A
d
g
g
g'
Q
D
b
A
m
B
a
s
n
C
M
n
B
a
s
m
AD

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Lanz, José María <<de>>, / Béthencourt y Molina, Augustin <<de>>, /
Kreyher, Wilhelm,

Versuch über die Zusammensetzung der Maschinen

Berlin 1829

BHS III 100
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10708389-3